

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**TRABAJO PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
MASTER EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**TEMA:**

**“SOLUCIONES DE TELEFONÍA IP Y SERVICIOS CONVERGENTES  
SOBRE REDES CABLEADAS, CASO DE ESTUDIO ESPAM – MFL”**

**AUTOR:**

**ING. FRANK AQUINO CORNEJO MOREIRA**

**TUTOR:**

**GUSTAVO XAVIER CHAFLA ALTAMIRANO PHD**

**FECHA:**

**Quito – 2016**

## **AUTORÍA**

Yo, Ing. Frank Aquino Cornejo Moreira, portador de la cédula de identidad No. 1312497785, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

---

Ing. Cornejo Moreira Frank Aquino

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar quiero agradecer a Dios ser maravilloso que me dio la fuerza y fe para creer lo que me parecía imposible termina. A mi familia por ayudarme y comprenderme ya que siempre creyeron en mí y me dieron aliento para culminar esta Tesis de Grado.

A todos los profesores de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador que fueron parte de la colegiatura en la Maestría en Redes de Comunicación, por haber impartido sus conocimientos y experiencia, logrando capacitarme y obtener los conocimientos suficientes para poder culminar con mi Tesis.

A mi tutor de Tesis, el Dr, Gustavo Chafra Altamirano por haberme guiado en mi tesis, dándome las pautas necesarias y regañándome en ciertas ocasiones para darme cuenta de los errores y poder culminar esta tesis que me acredite como un profesional de cuarto nivel.

Quisiera agradecer también a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López y a cada una de las personas que trabajan en los diferentes departamentos, por brindarme la información suficiente para lograr tomar decisiones en el desarrollo mi propuesta.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis de grado a mi hija, siendo ella mi principal inspiración que me motiva a trabajar cada día para poder ofrecerle un futuro mejor.

A mi familia, siendo mi apoyo incondicional en todo momento en el que necesite su ayuda y colaboración, a mi mama, papa, hermanos y esposa, a todos ellos que son mi fortaleza y en quien confiaría mi vida.

Dedico también a mis amigos que siempre confiaron en mí, a los que creyeron que lo lograría, a los que me apoyaron de cualquier forma para culminar mi Tesis.

Al Instituto Ecuatoriano de Créditos y Becas Estudiantiles quien financio el 100% de mis estudios ya que no contaba con el presupuesto económico para pagar mi carrera. Quiero agradecer también a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por haberme abierto sus puertas y poder prepararme académicamente.

## CONTENIDO

PORTADA.....	i
AUTORÍA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
CONTENIDO .....	v
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
CAPÍTULO I.....	1
1    CAPÍTULO I: .....	1
1.1    INTRODUCCIÓN.....	1
1.2    JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3    ANTECEDENTES.....	3
1.4    OBJETIVOS.....	6
1.4.1    OBJETIVO GENERAL:.....	6
1.4.2    OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	6
CAPITULO II.....	7
2    CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	7
2.1    REDES CONVERGENTES.....	7
2.1.1    NIVELES DE UNA RED CONVERGENTE.....	7
2.1.2    ARQUITECTURA DE REDES CONVERGENTE.....	9
2.1.3    INTEGRACIÓN DE VOZ SOBRE REDES CONVERGENTES.....	11
2.2    REDES CABLEADAS .....	16
2.2.1    TOPOLOGÍA DE REDES.....	16
2.2.2    MEDIOS DE TRANSMISIÓN .....	18
2.3    CALIDAD DE SERVICIO (QOS).....	23
2.3.1    PARÁMETROS DE CALIDAD DE SERVICIO (QOS).....	24
2.3.2    PROTOCOLOS USADOS EN CALIDAD DE SERVICIO (QOS) .....	28
2.3.3    TIPOS DE TRÁFICOS .....	31
2.3.4    MODELOS DE QOS.....	33

2.4	VOZ SOBRE IP .....	34
2.4.1	VENTAJAS DE LA VOZ SOBRE IP.....	35
2.4.2	FUNCIONES DE UN SISTEMA DE VOZ SOBRE IP .....	35
2.4.3	COMPONENTES DE VoIP .....	44
2.5	LISTAS DE CONTROL DE ACCESO DE CISCO.....	45
2.5.1	TIPOS DE ACL IP .....	45
<b>CAPITULO III.....</b>		<b>48</b>
<b>3</b>	<b>CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>48</b>
3.1	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.1.1	MÉTODO INDUCTIVO - DEDUCTIVO.....	48
3.1.2	MÉTODO DE LA OBSERVACIÓN CIENTÍFICA .....	48
3.1.3	MÉTODO DE LA MEDICIÓN .....	48
3.2	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	49
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>50</b>
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED CONVERGENTE.....</b>	<b>50</b>
4.1	INTRODUCCIÓN.....	50
4.2	ANTECEDENTES DE LA ESPAM MFL.....	50
4.3	DESCRIPCIÓN DE LA RED ACTUAL .....	51
4.3.1	RED CABLEADA.....	52
4.3.2	MODELO DE RED .....	54
4.3.3	EQUIPOS DE RED EN USO.....	56
4.4	DETERMINACIÓN DE TRÁFICOS .....	61
4.4.1	ANÁLISIS DEL TRAFICO DE INTERNET .....	61
4.4.2	ANÁLISIS DEL TRAFICO DE TELEFONÍA IP .....	75
4.4.3	DETERMINACIÓN DEL TRAFICO CON GARANTÍAS Y SIN GARANTÍAS DE QoS .....	80
4.5	DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED CONVERGENTE .....	81
4.5.1	ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO EN LOS ENLACES ALÁMBRICOS .....	83
4.5.2	EQUIPAMIENTO .....	87
4.5.3	ESTABLECIMIENTO DE RUTAS PARA LA RED .....	87
4.5.4	DEFINICIÓN DEL SERVIDOR DE TELEFONÍA IP .....	89
4.5.5	ESPECIFICACIÓN DE EXTENSIONES PARA LA TELEFONÍA IP .....	90

4.5.6	ESPECIFICACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE SERVICIO EN LOS ENLACES DE SALIDA.....	91
<b>CAPÍTULO V</b>	.....	<b>95</b>
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>95</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	95
5.2	RECOMENDACIONES.....	96
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>98</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>104</b>
7.1	ANEXO 1: Matriz de recolección de datos de la red cableada.....	104
7.2	ANEXO 2: Ficha de encuesta acerca del tipo de servicio en cada Departamento, Laboratorio o Aulas de Clases. ....	108
7.3	ANEXO 3: Conexiones cableadas disponibles actualmente. ....	112
7.4	ANEXO 4: Conexiones cableadas utilizadas actualmente. ....	112
7.5	ANEXO 5: Variantes Ethernet sobre Fibras Ópticas más utilizadas. ....	113
7.6	ANEXO 6: Detalle de la nueva infraestructura red convergente segmentada con IP fija. ....	113
7.7	ANEXO 7: Detalle de las Extensiones y Prefijos de la Telefonía IP.....	138
7.8	ANEXO 8: Tipos de encolamiento utilizados en Modelos DifServ. ....	143
7.9	ANEXO 9: Especificaciones del Router Cisco MWR 2941-DC.....	143

## RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un estudio para una solución de telefonía IP y servicios convergentes sobre la red cableada de la ESPAM – MFL. En el Primer Capítulo se describen los objetivos y una breve descripción de lo que se planea realizar justificando el tema y cada uno de los objetivos. En el segundo Capítulo se analizan los conceptos requeridos para realizar la propuesta. El tercer Capítulo se define el área a investigar describiendo la metodología que se aplica en este trabajo. En el cuarto Capítulo empieza el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos donde se dispone a analizar la infraestructura de red y el estado de los enlaces cableados actuales, también se realiza un levantamiento de información para determinar los diferentes tipos de servicios que consumen recursos de red en cada edificio. Luego de obtener los resultados de los servicios consumidos por la red, se pudo determinar el ancho de banda para cada uno de ellos tanto para un tráfico preferencia como para un tráfico requerido. Al proponer una solución de telefonía IP, esta va a generar más tráfico en la red. Por tal motivo se determina el tráfico con calidad de servicio una vez estimado el número de teléfonos IP, se considera una hora pico con el 40% de llamadas simultaneas para el total de teléfonos IP. Para este tipo de infraestructura de red convergente es necesario establecer políticas de QoS donde se considera el mecanismo DifServ, esto permite establecer tres tipos de tráfico o servicio que son: voice, email y default, donde la clase voice tiene el encolamiento con mayor prioridad por incluir el tráfico de telefonía IP sensible al retardo, la clase email se le da una prioridad más baja destinada a garantizar el ancho de banda para correos y transferencia de archivos adjuntos, por último se establece la clase default para que tome el restante de los recursos de red. Se realizan los diferentes cálculos con los posibles tipos de tráfico determinado si el cableado actual cumple con los requerimientos mínimos soportando un tráfico convergente. Por último se propone un nuevo modelo de red convergente sugiriendo equipamiento Cisco, realizando una segmentación eficiente, proponiendo servidores de VoIP, ofreciendo una tabla de enrutamiento y cuáles serían las posibles extensiones para los teléfonos IP.



## **ABSTRACT**

In this paper a study to a solution of IP telephony and converged services on the wired network ESPAM - MFL is performed. In the first chapter objectives and a brief description of what is planned justifying the subject and each of the objectives are described. In the second chapter the concepts required for the proposal are analyzed. The third chapter describing the area to investigate the methodology used in this work is defined. In the fourth chapter begins the development of each of the specific objectives which are available to analyze the network infrastructure and the state of the links existing wiring, a survey was also conducted to determine the different types of services that consume network resources each building. After obtaining the results of the services consumed by the network, could determine the bandwidth for each traffic for both preference and for a required traffic. In proposing a solution of IP telephony, this will generate more network traffic. For this reason the traffic is determined by quality of service once estimated the number of IP phones, it is considered a peak hour with 40% of simultaneous calls for total IP phones. For this type of converged network infrastructure is necessary to establish QoS policies where it is considered the DifServ mechanism, this allows for three types of traffic or service are: voice, email and default where the voice class has Queueing higher priority by include IP traffic delay-sensitive telephony, email class is given a lower priority aimed at ensuring bandwidth for email and transfer of attachments, and finally the default class is set to take the remaining resources network. calculations with different possible types of traffic determined whether the current wiring meets the minimum requirements supporting a converged traffic are made. Finally a new model suggesting converged network equipment Cisco, making an efficient segmentation, offering VoIP servers, providing a routing table and what would be the possible extensions for IP phones is proposed.

## **CAPÍTULO I**

### **1 CAPÍTULO I:**

#### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Actualmente las comunicaciones han logrado un avance significativo incorporando varios servicios sobre una misma infraestructura de red. La ventaja de tener una red convergente es que se la puede aprovechar para transmitir varios servicios por un mismo medio, pero hay que tener presente que esto causara congestión en la red y si no se tiene una buena infraestructura habrá lugares críticos en los cuales el tráfico de paquetes colapsará por completo. Por tal motivo hay que trabajar con los estándares de calidad, cableado y equipamiento que se debe implementar para aplicar políticas de calidad de servicio en una infraestructura de red convergente. Las redes de comunicación se han convertido en un factor económico en muchos países del mundo, su infraestructura es crítica para el intercambio de información ya que actúa como principal catalizador en el intercambio de relaciones económicas, sociales, culturales, etc. a través de los rápidos cambios tecnológicos y la proliferación de una gama de nuevos servicios (Jaydip Sen; Tata Consultancy Services Ltd., 2009).

El presente trabajo consiste en proponer un modelo de red basado en los servicios convergentes transmitidos por medios guiados en el que se deberá priorizar el tráfico de los paquetes sensibles al retardo. En la actualidad la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” posee una arquitectura de red donde su backbone es de fibra óptica el mismo que interconecta todas las facultades y oficinas administrativas de la institución. La ESPAM-MFL posee ocho carreras en las cuales trabajan personas que se dedican a labores administrativas y de dirección, además existen dos institutos de Informática e Idiomas y edificios como la Biblioteca, Dirección de posgrado, Departamento financiero, Rectorado y Vicerrectorado, etc., los cuales pueden causar un consumo de red elevado. La mayor parte de la infraestructura de la ESPAM-MFL esta interconectada por fibra óptica, un sistema de comunicación de fibra óptica posee cierta ventaja sobre otro sistema. Estas ventajas incluyen una mayor capacidad de transporte de información, mínimas

perdidas, menor costo por bit, aislamiento eléctrico, pequeño tamaño y peso, y robustez del medio ambiente (Downing, 2004).

El nuevo modelo de infraestructura de red convergente se basara en aplicar un mecanismo de Calidad de Servicio (QoS) que sea capaz de priorizar el tráfico, el mismo que deberá ofrecer las garantías para un ancho de banda mínimo a paquetes sensibles al retardo de tal forma que los paquetes de telefonía IP sean recibidos con variaciones mínimas des su origen. El análisis de la infraestructura cableada actual que posee la institución permitirá ver cuáles son los puntos críticos de congestión de paquetes, también ayudara a determinar si los equipos y medios de transmisión son lo suficientemente aptos para la incorporación de del servicio de telefonía IP o la incorporación de más usuarios en la red.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Voz sobre Protocolo de Internet, también llamado Voz sobre IP, Voz IP, VozIP, VoIP (por sus siglas en inglés, Voice over IP), es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (Protocolo de Internet). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes de datos, en lugar de enviarla en forma analógica a través de circuitos utilizables sólo por telefonía convencional como las redes PSTN (sigla de Public Switched Telephone Network, Red Telefónica Pública Conmutada) (SERVICOM, n.d.).

Las ventajas más importantes que se puede mencionar al implementar un servicio de telefonía IP en una plataforma de red es que: una llamada de telefonía con VoIP es mucho más económica que una llamada telefónica convencional, permite la comunicación con: (dispositivos virtuales, portátiles, móviles, etc.) en cualquier lugar del planeta, mediante los IVR se puede ingresar a menús interactivos y realizar consultas dinámicas, se puede integrar o es compatible con líneas de operadores locales como CNT, TV-Cable, etc. (SERVICOM, n.d.).

Una red convergente es construida sobre una arquitectura de red funcional y basada en IP, la misma que ofrece un sistema abierto de protocolos mundialmente aceptado.

Las redes convergentes o redes de multiservicio hacen referencia a la integración de los servicios de voz, datos y video sobre una sola red basada en IP como protocolo de nivel de red (Mejía Fajardo, 2004).

La importancia de este proyecto se enfoca en realizar un estudio de soluciones de telefonía IP en la red cableada de la ESPAM – MFL, para ello es necesario tener hacer un levantamiento de información acerca de la infraestructura de red que posee esta institución, también habría que determinar los tipos de tráfico que convergen en la red para estimar un ancho de banda adecuado para ellos, realizar el dimensionamiento de los enlaces con la incorporación de equipos y medios de transmisión que cumplan con normas de calidad para el mejor desempeño de la red convergente, por ultimo habría que proponer un modelo de red aplicado políticas de calidad de servicio que garantice el tráfico de la solución de telefonía IP. La calidad de servicio comprende requerimientos en todos los aspectos de una conexión de red como: Tiempo de respuesta de los servicios, pérdidas, relación señal a ruido (S/N), diafonías, eco, interrupciones, niveles de sonidos, etc. (OECD Ministerial Meeting, 2008).

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador siendo una prestigiosa institución de educación superior que forma profesionales de tercer y cuarto nivel, tiene reglamentado que una de las alternativas que debe presentar los estudiantes después de aprobar todo el pensum de estudio es de presentar una propuesta de tesis previa la obtención del título, por tal motivo se justifica la elaboración de esta investigación titulada **“SOLUCIONES DE TELEFONÍA IP Y SERVICIOS CONVERGENTES SOBRE REDES CABLEADAS, CASO DE ESTUDIO ESPAM – MFL”**.

### **1.3 ANTECEDENTES**

A principio de la década de los 80, las edificaciones se construían tomando en cuenta pocas especificaciones relacionadas con los servicios de comunicaciones que operarían en la misma edificación. Las empresas de telefonía se encargaban de hacer su tendido de cable en el momento de la construcción, los sistemas para la

transmisión de datos eran instalados una vez que la edificación entraba en funcionamiento y sus departamentos eran ocupados. Fue entonces cuando en 1985 se organizan comités técnicos para desarrollar estándares para cableado de telecomunicaciones, cuyo trabajo final se presentó el 9 de julio de 1991. Dentro de los estándares para cableado estructurado se debe considerar varios aspectos, uno de ellos es que las remodelaciones en los edificios son constantes por lo tanto los sistemas de telecomunicaciones deben ser dinámicos y las tecnologías y el equipamiento puede cambiar por completo, además se debe tener en cuenta que las telecomunicaciones involucra varios servicios como lo es la transferencia de datos, tráfico de internet, transmisión de audio y video, servicios de consultas a bases de datos, etc. (Carrera Valle, 2010).

Las plataformas de redes cableadas utilizan altas capacidades de medios físicos como la fibra óptica y el uso general de protocolos basados en IP para soportar un triple play de los servicios de voz, video y datos. En el dominio inalámbrico, aunque con cierto retraso, se observa una tendencia similar de aumento de capacidad y proporcionan una gama de servicios en una infraestructura de red centrada en una IP común (Lehr & Chapin, 2013).

CISCO propuso la siguiente solución para la reducción de Costos y Conectividad Total en la empresa Agricom que se encargaba de la producción y exportación de frutas, dicha solución consistió en la implementación del sistema de Comunicaciones Unificadas de Cisco con base en telefonía IP (voz, datos y video). Este proporciona una plataforma redundante (Call Manager) que controla las llamadas y habilita herramientas como las conferencias MeetMe, en este caso para 15 usuarios, con enrutamiento mejorado de llamadas, capacidades de espera y seguridad incrementada (CISCO, AGRICOM Y TELEFONIA IP).

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, desde que se constituyó como empresa pública al servicio de la ciudadanía, en enero de 2010, ha evolucionado y se ha robustecido. En la actualidad, dispone de una moderna plataforma tecnológica que hace posible la transmisión de voz, datos y video, de manera segura y con óptima calidad, que certifica la prestación de servicios

convergentes de telecomunicaciones a bajo costo, al alcance de amplios sectores sociales: urbanos, rurales, residenciales comerciales, institucionales y empresariales (CNT, n.d.).

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL:**

Realizar un estudio de soluciones de telefonía IP y servicios convergentes sobre redes cableadas para optimizar el tráfico de paquetes sensibles al retardo en la ESPAM MFL.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Analizar la infraestructura de red y la eficacia actual de enlaces cableados.
2. Determinar el tráfico sin garantías de calidad de servicio o de mejor esfuerzo.
3. Determinar el tráfico de paquetes aplicando calidad de Servicio para cada una de las carreras de la ESPAM MFL.
4. Aplicar políticas de calidad de servicio QoS y control de ancho de banda para comprobar el tráfico de paquete en la red cableada.
5. Realizar el dimensionamiento de los enlaces y coberturas de la red cableada con el nuevo modelo de infraestructura de red convergente.
6. Proponer un nuevo modelo de infraestructura de red aplicando políticas de Calidad de Servicio en la red convergente.

## **CAPITULO II**

### **2 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 REDES CONVERGENTES**

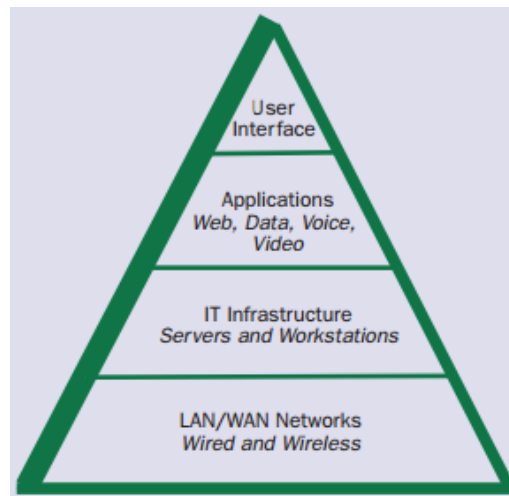
Las redes convergentes es la coexistencia de servicios de distinta naturaleza como lo es la voz, videos y la comunicación de datos. El uso de varios nodos en una misma red ofrece comodidad y flexibilidad. La convergencia de red se la conoce como convergencia de medios. Las redes convergentes pueden ser mejor definida como una estructura o una arquitectura para soportar todas las formas de medios de información en todas las tecnologías de redes (Audin, 2004).

##### **2.1.1 NIVELES DE UNA RED CONVERGENTE**

Existen muchas definiciones de convergencia que pueden ser aceptadas ya que una red convergente puede implicar que se combine: diferentes medios de información en una sola red, todas las aplicaciones, conexiones alámbrica e inalámbricas, redes públicas y privadas, tráfico de negocios y de entretenimiento, etc. es por ello que resulta un poco complicado entender y clasificar el tipo de convergencia que conforma una red, ya que en la convergencia puede depender de varios factores. La convergencia es ahora generalmente reconocida por el predominio del protocolo IP, ya que este es el pegamento que une a las redes y aplicaciones (Audin, 2004). A continuación se muestra la pirámide con cuatro niveles de convergencia:

**Figura 1:** Pirámide de convergencia  
**Fuente:** (Audin, 2004)





La convergencia de red (nivel inferior) de LAN, WAN, por cable e inalámbrica utilizando el conjunto de protocolos IP, ofrece transporte de información común. Este nivel es independiente y agnóstico a las aplicaciones, excepto en cuanto a rendimiento de la red. Los dispositivos e instalaciones primarias son conmutadores LAN, instalaciones de transporte, redes de área local inalámbricas (WLAN), redes celulares y routers (Audin, 2004).

El siguiente nivel es la infraestructura de TI de servidores, estaciones de trabajo, teléfonos y terminales de vídeo. Estos dispositivos pueden ser aplicaciones específicas como un teléfono, o puede ser un PC o servidor de aplicación genérica. Los protocolos de soporte de aplicaciones como FTP, SMTP, Telnet, HTTP, RTP y RTSP son también parte de este nivel. Este nivel puede proporcionar servicios basados en software a los programas de aplicación en el nivel inmediatamente superior (Audin, 2004).

El tercer nivel contiene las aplicaciones para apoyar el usuario final. Estos incluyen el software de aplicación y servidores Web, el códec de compresión y la tecnología para voz y video y otras formas de dispositivos de entrada / salida (terminales de punto de venta, lectores de códigos de barras, escáneres, etc.). Este nivel también reúne las múltiples interfaces para el usuario final. Aquí es donde se lleva a cabo la convergencia de aplicaciones (Audin, 2004).

El nivel superior, interfaz de usuario, presenta interfaces que ofrecen el acceso del usuario final a las aplicaciones convergentes comunes de audio, visual y física (teclado, ratón, etc.) (Audin, 2004).

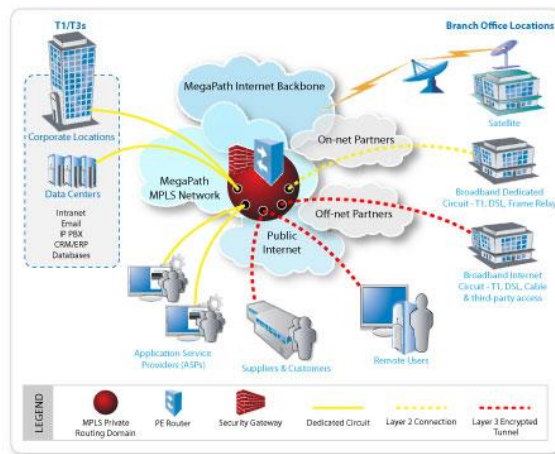
### **2.1.2 ARQUITECTURA DE REDES CONVERGENTE**

Las redes convergentes o multiservicio hacen referencia a la integración de servicio de voz, datos y videos sobre una sola red basada en IP como protocolo de nivel de red (Mejía Fajardo, 2004). Una red de convergencia basada en IP se construye bajo tres elementos importantes: Tecnología que permita ofrecer múltiples servicios sobre una red de datos, una red multipropósito construida sobre una arquitectura de red funcionalmente distribuida y basada en IP y en un sistema abierto de protocolos estándares maduro e internacionalmente aceptado (Mejía Fajardo, 2004).

#### **2.1.2.1 MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING (MPLS)**

La tecnología de red Multiprotocol Label Switching (MPLS) permite a las empresas y proveedores de servicios construir redes inteligentes de próxima generación ya que ofrecen una amplia variedad de servicios avanzados sobre una única infraestructura. Esta solución económica puede integrarse perfectamente sobre cualquier infraestructura existente, como IP, Frame Relay, ATM, o Ethernet. Los suscriptores con diferentes enlaces de acceso pueden ser agregados en un borde MPLS sin cambiar sus entornos actuales, como MPLS es independiente de las tecnologías de acceso. La integración de los componentes de aplicaciones, incluyendo MPLS VPN de capa 3, capa 2 VPNs, ingeniería de tráfico, QoS, GMPLS, e IPV6 permitir el desarrollo de las redes altamente eficientes, escalables y seguras que garanticen acuerdos de nivel de servicio (CISCO, Multiprotocol Label Switching (MPLS)).

**Figura 2:** Site-to-Site MPLS VPN  
**Fuente:** (Fajardo & Marcela, 2012)



### 2.1.2.2 GATEWAY DE SEÑALIZACIÓN

Los Gateway de Señalización proporcionan una traducción transparente entre la conmutación de circuitos y la red IP, también puede señalizar en S7 (señalización N° 7) o traducir y transmitir mensajes sobre una red IP a un Media Gateway o a otro Gateway de Señalización. Los Gateway de Señalización son desarrollados en grupos de dos o más para asegurar una buena disponibilidad ya que se vuelve crítico el tener que integrar la red de Voz. Las funciones de los Gateway de Señalización o Media Gateway pueden estar integradas en un solo dispositivo o en diferentes unidades (Fajardo & Marcela, 2012).

### 2.1.2.3 PROTOCOLOS

En una Arquitectura de red convergente se emplea un sistema abierto de protocolos estándares e internacionalmente aceptado. Los más utilizados son los siguientes:

- ✓ **H.323:** desarrollado por el ITU-T para normalizar el establecimiento de llamadas y la transmisión de multimedios sobre redes conmutadas por paquetes que no garantizan ninguna QoS. H.323 se basa en el RTP (Real Time Protocol) de IETF y codecs estándares de la serie G. Aunque este fue el primer protocolo usado en VoIP, el SIP (Session Initiation Protocol) de IETF ha ganado mayor aceptación por que tiene mecanismos más sencillos para el establecimiento de la llamada (Mejía Fajardo, 2004).

- ✓ **SIP:** es un protocolo de nivel de aplicación que puede establecer, modificar y terminar sesiones o llamadas multimedios a través de una red IP, incluyendo conferencias, aprendizaje a distancia, telefonía en Internet, etc (Fajardo & Marcela, 2012).
- ✓ **MGCP:** media gateway control protocol, se usa para controlar media gateways desde elementos externos mediante llamadas normales. Un protocolo alternativo que lo supera es MEGACO o H.248 (Mejía Fajardo, 2004).
- ✓ **SIGTRAN:** es un conjunto de protocolos y niveles de adaptación usados para transportar información de señalización sobre redes IP (Mejía Fajardo, 2004).

### **2.1.3 INTEGRACIÓN DE VOZ SOBRE REDES CONVERGENTES**

Para la integración de un modelo de VoIP en una red convergente se tendría que considerar varios elementos técnicos tales como pérdida de paquetes, retardos y variaciones en el retardo. A continuación se analizarán los retos que existen al implementar un servicio de telefonía IP y como solucionarlos.

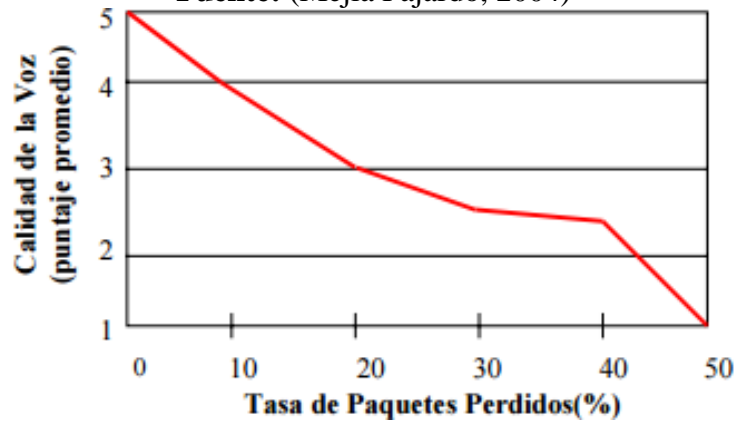
#### **2.1.3.1 PÉRDIDA DE PAQUETES**

La pérdida de paquetes es el fallo de uno o varios paquetes que no llegan a su destino, esto puede tener efectos notables en todos los tipos de comunicaciones digitales. Por lo tanto a las pérdidas se las conoce como un fenómeno común en todas las redes conmutadas por paquetes IP. En este tipo de comunicación no se establecen circuitos físicos entre los extremos, estos provienen de diferentes fuentes ya que son transmitidos por enlaces de salida de cada enrutador y se almacenan en cola en espera. Mientras más personas accedan a la red, los enrutadores se congestionan y se produce la pérdida de paquetes (Mejía Fajardo, 2004, p. 9).

La pérdida de paquetes puede causar daños severos en la calidad de la voz transmitida sobre IP. Cuando se pierde un paquete, se pierde un fonema. Aunque el cerebro humano es capaz de reconstruir algunos fonemas perdidos, demasiadas pérdidas pueden generar una señal ininteligible (Mejía Fajardo, 2004, p. 9). En la

siguiente figura se muestra como se degrada la calidad de la voz con la perdida de paquetes.

**Figura 3:** Calidad de la voz en función de la tasa de pérdidas  
**Fuente:** (Mejía Fajardo, 2004)



Existen varias técnicas que se emplean para combatir el fenómeno de perdida de paquetes o por lo menos reducirlas, si no es posible, reparar el daño:

- ✓ **Mejora de la red:** La pérdida de paquetes se da por la insuficiencia de ancho de banda y/o la velocidad de procesamiento del enrutador, sin duda mejorar la infraestructura de red IP es una solución de ingeniería directa al problema. Se puede logran grandes velocidades de transmisión usando tecnologías como: ATM, SONET, WDM, etc. o utilizar dispositivos de conmutación fotónica para aumentar la velocidad de procesamiento en los enrutadores (Mejía Fajardo, 2004, p. 10).
- ✓ **Sustitución por silencio:** Se puede reproducir un silencio en vez del paquete perdido obteniendo una degradación menor si el tamaño de los paquetes en menor a 16 ms y la tasa de perdidas menor al 1% (Mejía Fajardo, 2004, p. 10).
- ✓ **Sustitución por ruido:** Resulta mejor reproducir un ruido blanco en vez de un silencio. Este fenómeno se atribuye a la restauración fonémica que hace el cerebro humano ante la presencia de ruido, lo cual no es posible ante la presencia del silencio (Mejía Fajardo, 2004, p. 10).

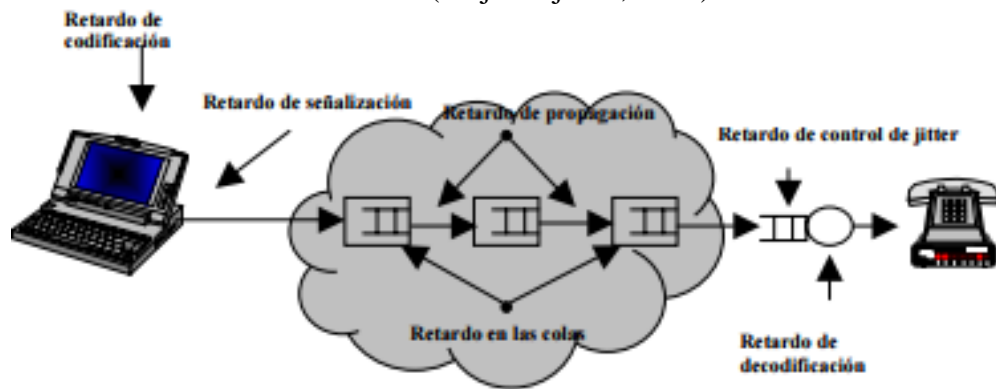
- ✓ **Repetición del paquete anterior:** Cuando los paquetes son suficientemente pequeños y el último paquete recibido correctamente es muy cercano al perdido, la intermodulación permitirá disminuir la degradación de la señal, esta técnica se usa en GSM (Mejía Fajardo, 2004, p. 10)
- ✓ **Interpolación de paquetes:** En esta técnica se usa los paquetes vecinos al paquete perdido para reducir el reemplazo, se tiene que asegurar que el paquete reproducido siga las características cambiantes del flujo de voz (Mejía Fajardo, 2004, p. 10).
- ✓ **Intercambio de tramas:** Al intercambiar tramas de voz entre varios paquetes para reordenar en el receptor, la pérdida de paquetes no implica pérdida de fonemas sino de varios segmentos pequeños no consecutivos, esto puede ser impredecible. La desventaja de este método sería en el retardo (Mejía Fajardo, 2004, p. 10).
- ✓ **Corrección de errores:** La información que se transmite de un paquete es redundante en los paquetes subsiguientes, cuando un paquete se pierde se puede extraer información de los paquetes vecinos. Se propone utilizar en RTP mecanismos para la transmisión de redundancia (Mejía Fajardo, 2004, p. 10).

### 2.1.3.2 RETARDO DE PAQUETES

Los retardos pueden afectar seriamente una conversación de voz, conduciendo incluso a una comunicación half-duplex (Mejía Fajardo, 2004). Los retardos inferiores a 150 ms son aceptables en la mayoría de aplicaciones. En comunicaciones de largas distancias, se está acostumbrado a aceptar retardos hasta de 400 ms. Para la PSTN el retardo es un problema insignificante, pues en CSN solo el retardo de propagación está presente y depende de la distancia. En VoIP existen varias fuentes de retardo que se suman para hacer de el retardo uno de los mayores retos en las redes de convergencia basadas en IP (Mejía Fajardo, 2004). En la siguiente figura se muestra algunos problemas de retardo en una red convergente.

**Figura 4:** Retardos de la voz en una red IP

**Fuente:** (Mejía Fajardo, 2004)



- ✓ **Retardo de códec:** Este corresponde a la conversión analógico digital (A/D) y a la compresión para reducir el ancho de banda. Los esquemas de codificación más comunes emplean entre 10 y 40 ms por paquete y para la decodificación de 5 a 20 ms (Mejía Fajardo, 2004, p. 11).
- ✓ **Retardo de serialización:** Este es el tiempo en que se lleva poner el paquete en la línea de transmisión y este depende de su velocidad. Por ejemplo, se necesitan 125 microsegundos para colocar un byte de información sobre una línea de 64 kbps. Mientras mayor es la longitud del paquete, mayor es el retardo de serialización (Mejía Fajardo, 2004, p. 11).
- ✓ **Retardo en las colas:** Los paquetes compiten por el uso del enlace de salida en los puntos de conmutación como enrutadores y gateways, estos deben esperar que se transmitan los paquetes que llegaron antes. El número de paquetes en cola dependerá de las características estadísticas del tráfico, este retardo es altamente variable aun en paquetes consecutivos. Los mecanismos de calidad de servicio como Diffserv y RSVP disminuyen el retardo de los paquetes de voz aumentando el retardo de los paquetes de datos (Mejía Fajardo, 2004, p. 11).
- ✓ **Retardo de propagación:** Es el tiempo necesario en que las señales electromagnéticas y ópticas viajan de un extremo a otro (Mejía Fajardo, 2004, p. 11).

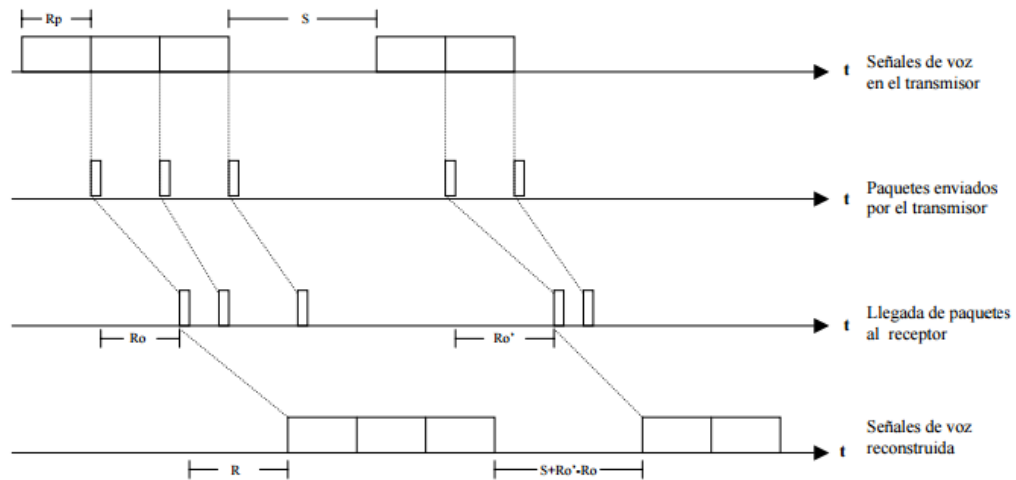
### 2.1.3.3 VARIACIÓN EN EL RETARDO

La varianza de los tiempos entre llegadas de paquetes al receptor (el jitter) es el potencial más impactante para VoIP que el retardo mismo. La correcta secuencia en el tiempo es una característica importante de la voz, de manera que si dos sílabas de una palabra se pronuncian con cierto intervalo entre ellas, ese intervalo es tan importante como las sílabas mismas y un retardo adicional entre ellas rompería el ritmo de la voz. Si un paquete IP tarda más que el tiempo promedio, este se considera perdido y afectaría la calidad de la voz (Mejía Fajardo, 2004, p. 11).

Las variaciones dependen de la variabilidad del retardo en las colas y por la posibilidad de que los paquetes tomen una ruta diferente dentro de la red IP. Para controlar este fenómeno, el receptor almacena el primer paquete en un buffer anti-jitter por una determinada cantidad de tiempo antes de comenzar a reproducirlo, en la siguiente figura se muestra como el receptor agrega un retardo fijo  $R$  al primer paquete de cada periodo de sonido, si el retardo experimentado por un paquete fuese  $R_0$ , el retardo total sería  $RT = R + R_0$ . Los paquetes siguientes se construyen a la misma tasa constante con que se produjeron. Se deberá encontrar el tamaño óptimo del buffer que permita controlar el jitter sin aumentar el retardo a niveles excesivos. Algunos equipos lo ajustan dinámicamente de acuerdo con la variabilidad de la red (Mejía Fajardo, 2004, p. 12).

**Figura 5:** Algoritmo para reconstrucción de señales de voz paquetizadas  
**Fuente:** (Mejía Fajardo, 2004)





## 2.2 REDES CABLEADAS

Las redes cableadas, también llamadas redes de Ethernet, son la clase más común de tecnología de red de área local (LAN). Una red cableada es un conjunto de dos o más computadoras, impresoras y/u otros dispositivos conectados por cables. Ethernet es el protocolo de red cableada más rápido con velocidades de 10 Mbps a 100 Mbps o superiores. Las redes cableadas aparte de integrarse a otros tipos de redes cableadas, lo pueden hacer también a redes inalámbricas. Un computador se puede conectar a una red con un cable Ethernet, el equipo debe tener un adaptador Ethernet (tarjeta de interfaz de red llamada NIC).

### 2.2.1 TOPOLOGÍA DE REDES

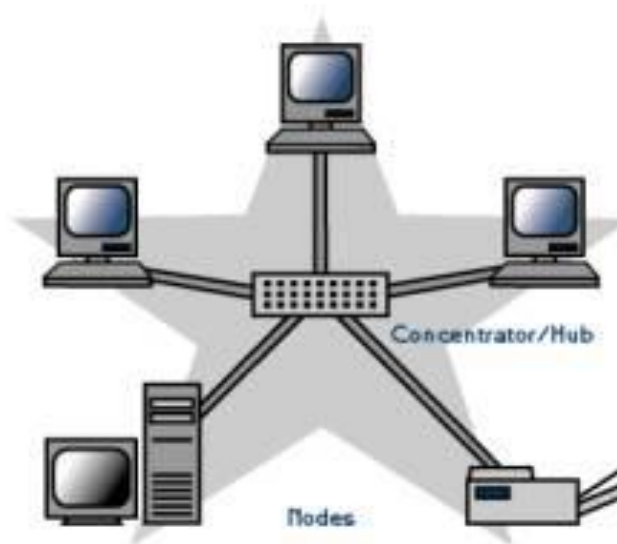
Las topologías de redes describen la manera física en que los equipos de red se conectan y transmiten información a otros equipos. Básicamente se puede determinar tres topologías más usadas en una red cableada.

#### 2.2.1.1 TOPOLOGÍA ESTRELLA

La topología de red estrella tiene un elemento central que conecta a varios elementos de red como ordenadores, impresoras, etc. Este tipo de red se puede emplear en pequeñas empresas o en redes domésticas. Este tipo de topología es muy útil para aplicaciones con algún tipo de proceso centralizado o en la realización de tareas a nivel local. La desventaja de esta red es su vulnerabilidad ya que todos los

datos deberán pasar a través de un ordenador central y, si falla este equipo la red perderá conectividad y producirá error (Muscatello, Martin, Wibowo, & 250, 2005).

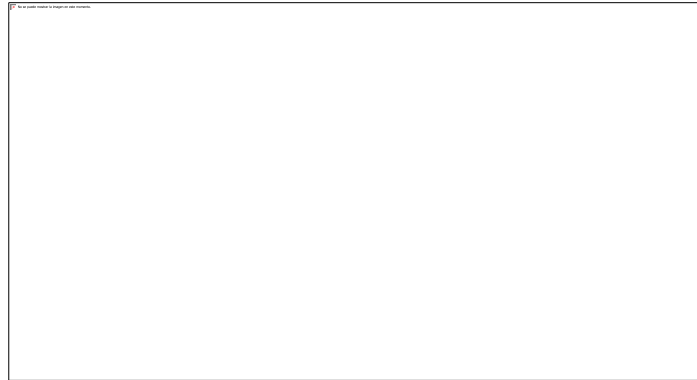
**Figura 6:** Topología de red estrella  
**Fuente:** (Muscatello, Martin, Wibowo, & 250, 2005)



#### 2.2.1.2 TOPOLOGÍA BUS

La red bus no tiene ningún ordenador central y todos los equipos están conectados en un solo circuito. Este tipo de red emite señales en todas las direcciones y se utiliza un software especial para identificar qué equipo obtiene la señal. La desventaja de este tipo de red es que solo una señal puede ser enviada a la vez; si dos señales son enviadas al mismo tiempo, estas chocarán y se producirá un error. La ventaja es que no hay un ordenador central por lo que si un equipo se daña, la transmisión entre los demás no se verá afectada (Muscatello, Martin, Wibowo, & 250, 2005).

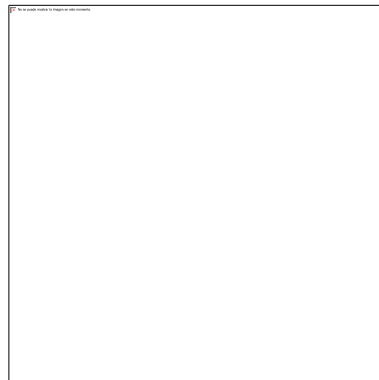
**Figura 7:** Topología de red bus  
**Fuente:** (Muscatello, Martin, Wibowo, & 250, 2005)



### 2.2.1.3 TOPOLOGÍA ANILLO

Este tipo de topología al igual que la de bus, no depende de un ordenador central. Cada equipo de la red se puede comunicar directamente con cualquier otro ordenador, y cada uno procesa sus propias aplicaciones de forma independiente. Una red anillo forma un bucle cerrado y los datos se envían solo en una dirección, si un ordenador falla en la red, los datos pueden ser transmitidos (Muscatello, Martin, Wibowo, & 250, 2005).

**Figura 8:** Topología de red anillo  
**Fuente:** (Muscatello, Martin, Wibowo, & 250, 2005)



### 2.2.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

El propósito de la capa física es de transportar bits de una máquina a otra, para ello se pueden emplear varios medios físicos que hagan esta tarea. Cada medio de transmisión tiene su propio nicho en términos de ancho de banda, retardo, costo y facilidad de instalación y mantenimiento (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 82).

### 2.2.2.1 MEDIOS MAGNÉTICOS

La forma más común de transportar datos de una máquina a otra es previamente almacenarlos en medios magnéticos o removibles. Aunque no sea un método muy sofisticado, esto puede ser muy rentable cuando se necesita de un gran ancho de banda para la transmisión y al hacerlo por cualquier otro medio podría elevar el costo por bits transportado.

Para aclarar este punto veremos un simple cálculo. Una cinta Ultrium estándar puede guardar 800 Gigabytes. Una caja de 60 x 60 x 60 cm puede contener aproximadamente 1000 de estas cintas, para una capacidad total de 800 Terabytes. Una caja de cintas se puede entregar en cualquier parte de Estados Unidos en un plazo de 24 horas. El ancho de banda efectivo de esta transmisión es de 6400 terabits/86,400 seg. O de 70 Gbps. Si el destino está a una hora de camino por carretera, el ancho de banda se incrementa a 1700 Gbps. Ninguna red de computadoras puede siquiera acercarse a esta velocidad. Nunca subestimes el ancho de banda de una camioneta repleta de cintas que viaje a toda velocidad por la carretera. (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 83)

**Figura 9:** Medios Magnéticos

**Fuente:** (Avila)



### 2.2.2.2 PAR TRENZADO

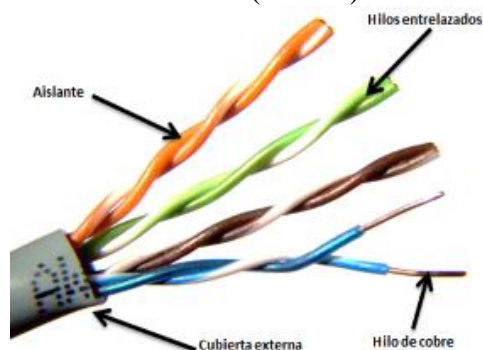
El par trenzado es uno de los medios de comunicación más antiguo y todavía el más común, consta de dos cables de cobre aislados de 1 mm de grosor. Los cables están trenzados en forma helicoidal, justo igual que una molécula de ADN. El

trenzado se debe a que dos cables paralelos constituyen una antena simple. Por lo general una señal se transmite como la diferencia en el voltaje entre los dos cables en el par. Esto ofrece una mejor inmunidad al ruido externo, ya que este tiende a afectar ambos cables en la misma proporción y en consecuencia, el diferencial queda sin modificación.

La aplicación más común del par trenzado es en sistema telefónico. Casi todos los teléfonos se conectan a la central telefónica mediante un par trenzado. Se puede tener varios kilómetros de par trenzado sin necesidad de amplificación, pero en distancias mayores la señal se atenúa demasiado y se requiere repetidores. Cuando muchos pares trenzados se tienden en paralelo a una distancia considerable, como los cables que van de un edificio de departamentos a la central telefónica, se agrupan en un haz de luz y se cubren con una funda protectora. Los pares en estos haces interferirían unos con otros si no estuviera trenzados. En algunas partes del mundo en donde las líneas telefónicas penden de postes sobre la tierra, es común ver haces de varios centímetros de diámetro. Los pares trenzados se pueden utilizar para transmitir información analógica o digital. El ancho de banda depende del grosor del cable y de la distancia que recorre, pero en muchos casos se puede lograr varios megabits/segundo durante pocos kilómetros. Debido a su adecuado desempeño y bajo costo, los pares trenzados se utilizan mucho y es probable que se sigan utilizando durante varios años más (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 83).

**Figura 10: Par Trenzado**

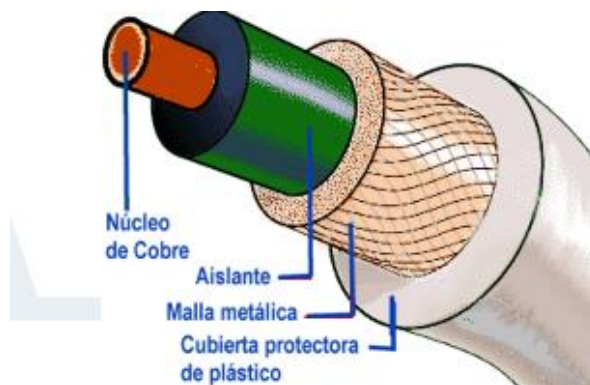
**Fuente: (Pinzón)**



### 2.2.2.3 CABLE COAXIAL

Este cable tiene mejor blindaje y mayor ancho de banda que los pares trenzados sin blindaje, por lo que puede abarcar mayores distancias a velocidades más altas. Existen dos tipos de cables coaxiales, el de 50 ohms que se utiliza cuando se desea hacer una transmisión digital desde el inicio, el de 75 ohms se utiliza para una transmisión analógica y la televisión por cable. Un cable coaxial está compuesto por un alambre de cobre rígido como núcleo, rodeado por un material aislante que está forrado de un conductor cilíndrico, que por lo general es de malla de tejido fuertemente trenzado. El conductor extremo está cubierto con una funda protectora de plástico (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 84).

**Figura 11:** Cable Coaxial  
**Fuente:** (Pinzón)

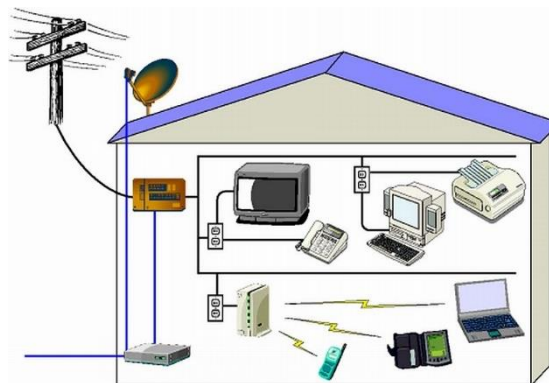


### 2.2.2.4 LÍNEAS ELÉCTRICAS

El uso de las líneas eléctricas para la comunicación de datos es una idea antigua, las compañías de electricidad han usado este tipo de medio durante varios años para la comunicación de baja velocidad (por ejemplo, la medición remota), también en el hogar para controlar dispositivos (por ejemplo, el estándar x10). En los últimos años ha aumentado el interés por la comunicación de velocidades altas a través de estas líneas, dentro del hogar mediante una LAN como fuera para el acceso a Internet de banda ancha. La convivencia de líneas eléctricas para el trabajo en red debe quedar claro. Se debe conectar una TV y un receptor a la toma de pared. La señal de datos está sobrepuesta en la señal eléctrica de baja frecuencia ya que ambas señales usan el cableado al mismo tiempo (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 85).

La dificultad al utilizar el cableado eléctrico en el hogar para una red es que este se diseñó para distribuir señales eléctricas. Esta tarea es muy distinta a la de distribuir señales de datos, en donde el cableado del hogar hace un mal trabajo. Las señales eléctricas se envían a 50 – 60 Hz y el cableado atenúa las señales de frecuencia mucho más altas (MHz) que se necesitan para la comunicación de datos de alta velocidad. Las propiedades eléctricas varían de una casa a otra, estas cambian a medida que se encienden o apagan los electrodomésticos lo que haría que las señales de datos reboten alrededor del cableado y se puede originar ruido eléctrico. A pesar de estas dificultades, es práctico enviar por lo menos 100 Mbps a través del cableado eléctrico mediante esquemas de comunicación que resistan frecuencias dañadas y ráfagas de errores (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 86).

**Figura 12:** Red eléctrica para transmitir datos  
**Fuente:** (NEOTEO, 2010)



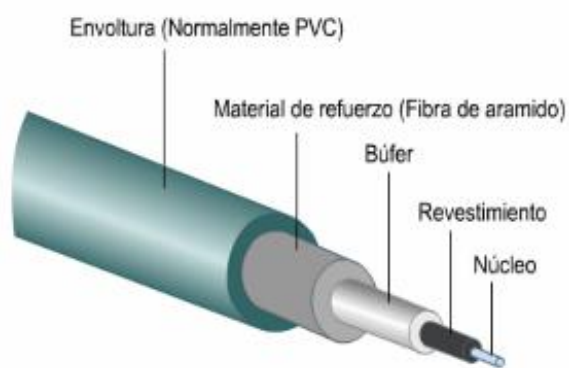
#### 2.2.2.5 FIBRA ÓPTICA

La Fibra óptica se utiliza para la transmisión de largas distancias en las redes troncales, las redes LAN de alta velocidad y el acceso a internet de alta velocidad como FTTH (Fiber To The Home). Los componentes de una transmisión óptica son: la fuente de luz, el medio de transmisión y el detector. Por convención, un pulso de luz indica un bit 1 y la ausencia de luz indica un bit 0. El medio de transmisión es una fibra de vidrio ultradelgada. El detector genera un pulso eléctrico cuando la luz enciende en él. Al conectar una fuente de luz en un extremo de la fibra óptica y un detector al otro extremo, tenemos un sistema de transmisión de datos unidireccional

que acepta una señal eléctrica en el extremo receptor (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 87).

Existen dos tipos de fibras que se diferencia en la forma en que los rayos de luz quedan atrapados en ellas. Cuando existen muchos rayos de luces rebotando con ángulos diferentes y cada rayo tiene un modo distinto, a este tipo de fibra con esta propiedad se le denomina **fibra óptica multimodo** y son empleadas en distancias cortas (hasta 2 kilómetros). Pero si el diámetro de la fibra se reduce a unas cuantas longitudes de onda de luz, la fibra actúa como una guía de ondas y la luz se puede propagar solo en línea recta, sin rebotar, a esta se le llama **fibra óptica monomodo** y son utilizadas en redes de grandes distancias (hasta un máximo de 400 kilómetros) (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 88).

**Figura 13:** Fibra Óptica  
**Fuente:** (Pinzón)



### 2.3 CALIDAD DE SERVICIO (QoS)

La Calidad de Servicio (QoS) es la capacidad de una red para proveer garantía y control en la asignación de recursos y una diferenciación de servicios conforme a las aplicaciones que los soliciten. La ITU E.800 define a la Calidad de Servicio como el efecto global de las presentaciones de un servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario al utilizar dicho servicio (Romero Ternero M. , 2009). En el RFC 2386 define a la Calidad de Servicio como el conjunto de requisitos del servicio que debe cumplir la red en el transporte de un flujo (Romero Ternero M. , 2009).



### 2.3.1 PARÁMETROS DE CALIDAD DE SERVICIO (QOS)

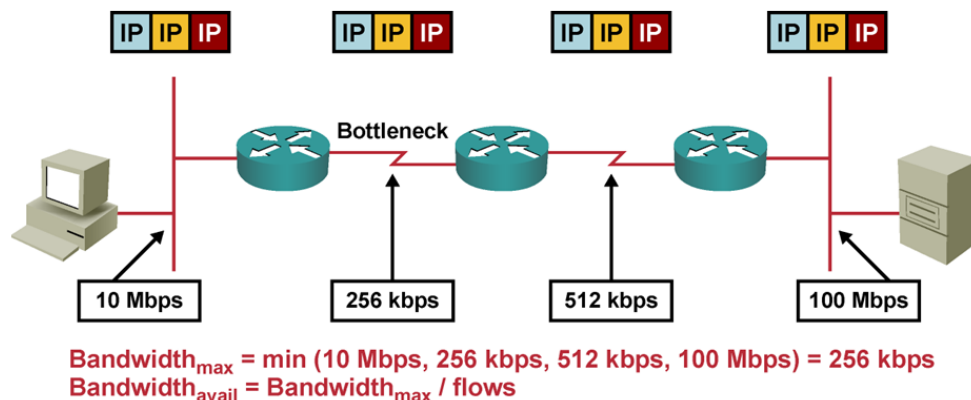
Una red convergente debe soportar diferentes tipos de aplicaciones (Voz, Video, Datos, etc.) simultáneamente sobre una misma infraestructura IP, estas aplicaciones tienen diferentes características y requerimientos por ejemplo VoIP es sensible al retardo y al jitter. Sin importar el tipo de aplicación, múltiples flujos compiten por un limitado ancho de banda, los paquetes atraviesan múltiples dispositivos y link que añaden retardo, los paquetes en la red experimentan distintas cantidades de retardo y estos pueden ser desechados si un link está congestionado (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014). A continuación se describen los parámetros más importantes que enfrenta una red convergente.

#### 2.3.1.1 ANCHO DE BANDA (BANDWIDTH)

El ancho de banda (Bandwidth) es la cantidad de datos que se transmite en un determinado tiempo mediante un circuito de comunicación. El ancho de banda de una ruta va a ser igual al ancho de banda más lento, en una red convergente múltiples flujos compiten por un mismo ancho de banda, lo que resulta que este sea compartido para los diferentes flujos. La falta de ancho de banda puede tener un impacto en el rendimiento de la red (retardo, pérdida de paquetes, etc.). Existen varias soluciones frente a la falta de Ancho de Banda, una solución efectiva sería el incremento del mismo, pero esto resultaría muy costoso. Se podría enviar paquetes importantes primero donde habría que clasificar, marcar el tráfico y desarrollar mecanismos adecuados de encolamiento. Y por último se podría usar compresión de los datos y las cabeceras en los diferentes protocolos que se usan en cada capa del modelo de red (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

**Figura 14:** Ancho de Banda máximo en un Path

**Fuente:** (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014)



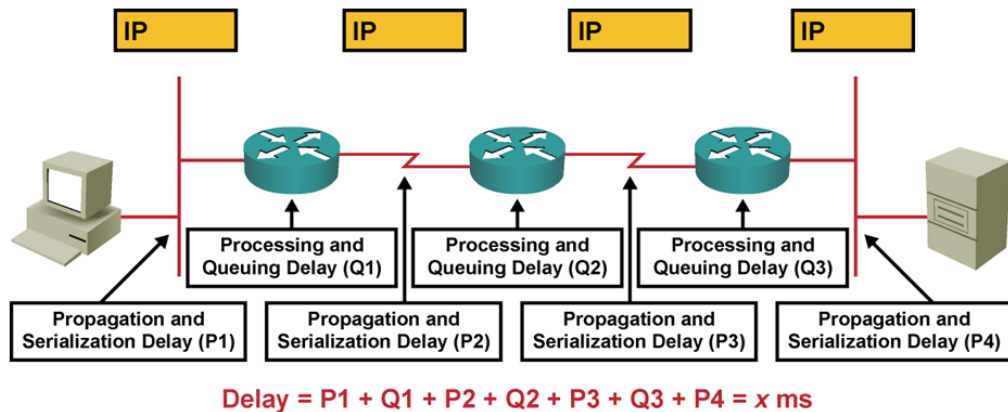
### 2.3.1.2 RETARDO END-TO-END

El retardo End-to-End es igual a la suma de todos los retardos (retardo de procesamiento, encolamiento, serialización, propagación), en las redes de mejor esfuerzo (Best Effort) los retardos de serialización y transmisión son fijos, mientras que los retardos de encolamiento y de procesamiento son impredecibles. Las aplicaciones sensibles no admiten retardos grandes e impredecibles (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014). A continuación se describen todos los retardos que forman parte del retardo End-to-End.

- ✓ **Retardo por Procesamiento:** Es el tiempo tomado por un dispositivo desde que toma un paquete en la interfaz de entrada, luego lo examina y lo pone en la cola de paquetes en la interfaz de salida (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- ✓ **Retardo por Encolamiento:** Es el tiempo que un paquete pasa en la cola de salida de un dispositivo (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- ✓ **Retardo por Serialización:** Es el tiempo que le toma a un dispositivo poner todos los bits de un paquete en el medio de transmisión (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- ✓ **Retardo de Propagación:** Es el tiempo tomado por un paquete en atravesar el medio de transmisión de un enlace (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

**Figura 15:** Retardo End-to-End

**Fuente:** (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014)



### 2.3.1.3 VARIACIÓN DEL RETARDO O JITTER

Se le denomina Jitter a la variación de los tiempos de retardo en los diferentes paquetes que conforman un mismo flujo de datos (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014). Las causas que pueden generar un Jitter se describen a continuación.

- ✓ Paquetes de un mismo flujo son procesados, encolados, desencolados, etc., de manera independiente y diferente (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- ✓ En consecuencia cada paquete puede llegar al destino fuera de secuencia y con un retardo diferente cada uno (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- ✓ Para aplicaciones de tiempo real es esencial que en el destino los paquetes lleguen en el orden correcto y con la misma velocidad que fueron generados (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- ✓ La solución para el jitter es la utilización de un buffer denominado de-jitter, siempre y cuando la variación de los retardos no sean muy grandes (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

- ✓ En el destino, el de-jitter recibe los paquetes los re-ordena y los entrega a la aplicación de tiempo real con la frecuencia con la que fueron emitidos (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

**Figura 16:** Ejemplo de Jitter

**Fuente:** (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014)



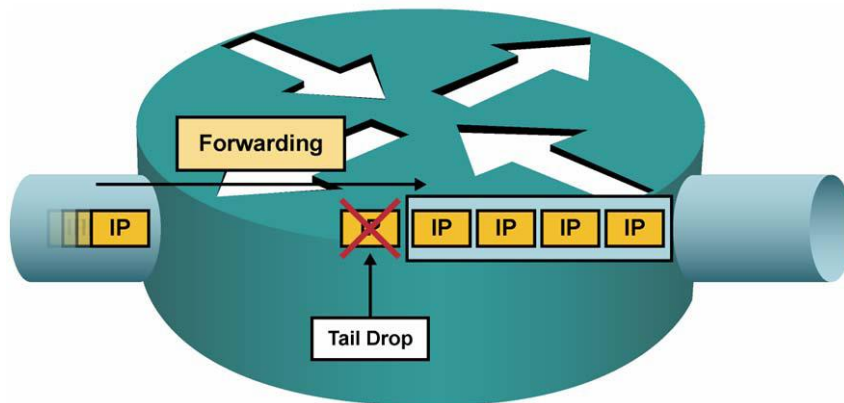
#### 2.3.1.4 PÉRDIDA DE PAQUETES (PACKET LOSS)

La pérdida de paquetes sucede cuando un dispositivo de red no tiene más espacio en sus buffers para retener paquetes entrantes, cuando existe un reinicio (reset) de una interfaz, esta también ocasiona pérdida de paquetes. El protocolo de transporte TCP usa el mecanismo de Ventana Deslizante para enfrentar el problema de pérdida de paquetes. Las aplicaciones basadas en UDP reenvía todo el archivo ante una pérdida de paquete, esto tiende a congestionar más la red (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014). A continuación se muestra el impacto que se puede tener la pérdida de paquetes en determinado tipos de aplicaciones.

- ✓ **Video Conferencia:** La imagen se distorsiona, audio desfasado, etc. (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- ✓ **VoIP:** la comunicación es entrecortada (Pequeños periodos de silencio) (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- ✓ **Transferencia de archivos:** archivos dañados (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

**Figura 17:** Pérdida de Paquetes

**Fuente:** (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014)



### 2.3.2 PROTOCOLOS USADOS EN CALIDAD DE SERVICIO (QOS)

Un protocolo es la descripción formal de formatos de mensaje y de reglas que dos ordenadores deben seguir para intercambiar dichos mensajes. Un protocolo puede describir detalles de bajo nivel de las interfaces máquina-a-máquina o intercambios de alto nivel entre programas de asignación de recursos. A continuación se detallan protocolos usados para proveer calidad de servicio en una red convergente.

#### 2.3.2.1 RSVP (RESOURCES RESERVATION PROTOCOL)

El protocolo RSVP es utilizado para reservar recursos en la red, este protocolo se emplea en el mecanismo de QoS IntServ. RSVP indica específicamente cuales son las necesidades de calidad de servicio que requiere el tráfico de una aplicación a lo largo de una ruta extremo a extremo a través de una red. Si cada dispositivo de red a lo largo del camino puede reservar el ancho de banda necesario, la aplicación de origen puede iniciar la transmisión (CISCO, Resource Reservation Protocol (RSVP)). IntServ requiere de varias funciones en los routers y conmutadores para la señalización extremo a extremo, a continuación se mencionan:

- ✓ Control de admisión para determinar si un nuevo flujo se puede conceder la QoS solicitada sin afectar las reservas existentes (CISCO, Resource Reservation Protocol (RSVP)).
- ✓ Clasificación de reconocer los paquetes que necesitan determinados niveles de calidad de servicio (CISCO, Resource Reservation Protocol (RSVP)).

- ✓ Monitoreo para tomar medidas, incluyendo paquetes posiblemente caídos, cuando el tráfico no se ajusta a sus características especificadas (CISCO, Resource Reservation Protocol (RSVP)).
- ✓ Colas y programación para reenviar paquetes de acuerdo a las peticiones de calidad de servicio que se han concedido (CISCO, Resource Reservation Protocol (RSVP)).

#### **2.3.2.2 MPLS (MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING)**

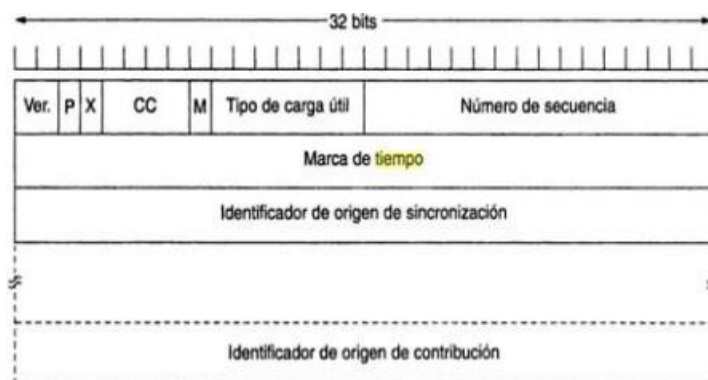
Mediante el protocolo MPLS se puede ofrecer servicios altamente escalables que son diferenciados en una conexión de extremo a extremo empleando una configuración muy simple. En el modelo OSI a nivel de capa 2, se analizan protocolos como Ethernet y SONET, estos pueden transportar paquetes IP, pero solo en redes punto a punto, sean estas LAN o WAN. La capa 3 del mismo modelo cubre todo el direccionamiento y enrutamiento a través del protocolo IP. MPLS se encuentra entre estas capas tradicionales, proporcionando características adicionales para el transporte de datos a través de la red (Steenbergen). Se podría decir que MPLS es un protocolo de capa 2.5 y estaría haciendo funciones de enlace de datos y red.

#### **2.3.2.3 RTP (REAL-TIME TRANSPORT PROTOCOL)**

El protocolo RTP se establece en el cuándo el usuario ejecuta alguna tarea, por lo general va sobre UDP, ya que posee menor retardo que TCP. RTP no garantiza la entrega de todos los paquetes, ni la llegada de éstos en el instante adecuado. La función básica de RTP es multiplexar varios flujos de datos en tiempo real en un solo flujo de paquetes UDP, pudiéndose enviar tanto a un solo destino (unicast) o múltiples destinos (multicast). Los paquetes son numerados de la siguiente manera: se le asigna a cada paquete un número mayor que su antecesor. Esto será útil para que la aplicación conozca si ha fallado algún paquete o no en la transmisión. Si ha fallado, al no tener un control de flujo, de errores, de confirmaciones de recepción ni de solicitud de transmisión, la mejor opción es la interpolación de los datos (Gil Cabezas, 2009).

Otra característica muy importante para las aplicaciones de contenido multimedia en tiempo real es el time-stamping (marcación del tiempo). La idea es permitir que el origen asocie una marca de tiempo con la primera muestra de cada paquete. Las marcas de tiempo son relativas al inicio del flujo, por tanto, solo importa las diferencias entre dichas marcas de tiempo. Con este planteamiento, el destino es capaz de almacenar un pequeño buffer e ir reproduciendo cada muestra el número exacto de milisegundos después del inicio del flujo reduciendo los efectos de la fluctuación y sincronizando múltiples flujos entre sí (Gil Cabezas, 2009). A continuación se muestra el encabezado RTP el cual está conformado por 3 palabras de 32 bits y algunas extensiones.

**Figura 18:** Encabezado RTP  
**Fuente:** (Gil Cabezas, 2009)

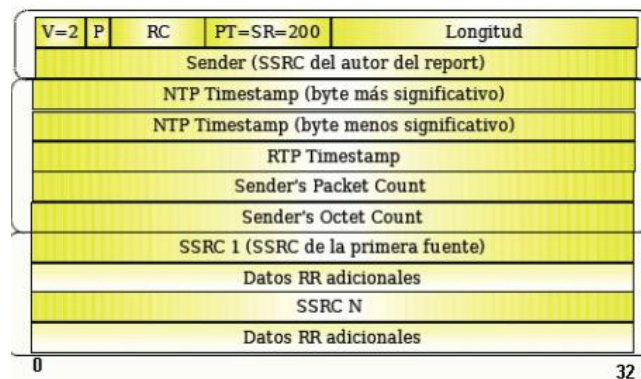


#### 2.3.2.4 RTCP (RTP CONTROL PROTOCOL)

El protocolo RTCP es complementario a RTP y le brinda a éste un mecanismo de control. Utiliza UDP por el puerto adyacente siguiente al puerto que se utiliza para RTP. El protocolo RTCP se basa en la periódica transmisión de paquetes de control a todos los participantes en sesión ofreciéndole información sobre la calidad de los datos distribuidos por la fuente. El protocolo subyacente debe proveer de la multiplexación de los datos y de los paquetes del control. Por tanto, la función primordial de RTCP es la de proveer una realimentación de la calidad de

servicio (Gil Cabezas, 2009). A continuación se muestra el encabezado RTCP el cual está conformado por 32 bytes y está dividido en tres zonas.

**Figura 19:** Encabezado RTP  
**Fuente:** (Gil Cabezas, 2009)



### 2.3.3 TIPOS DE TRÁFICOS

Dentro de una red existen diferentes tipos de tráfico los cuales pueden converger a nivel de transmisión, de red o de aplicación. Estos tipos de tráficos tienen diferentes características que diferencia uno de otro. Por ejemplo existen tráficos que son orientados a las conexiones, sensibles al retardo, tolerante a la latencia y a la disponibilidad de la red, etc. (Medina, Trafico de Redes). A continuación mencionamos algunos tipos de tráficos que pueden existir en una red convergente:

- ✓ Voz / Fax.
- ✓ Datos de transacción.
- ✓ Datos cliente / servidor.
- ✓ Mensajería.
- ✓ Transferencia de archivos.
- ✓ Datos en lote
- ✓ Administración de red.
- ✓ Video conferencia.

A continuación se describirá alguno de los diferentes tipos de tráficos mencionados.



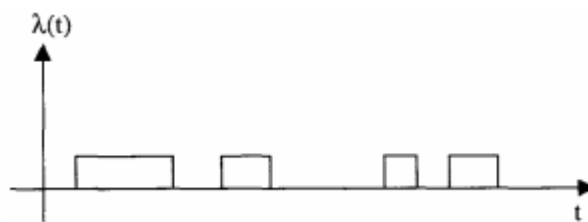
### 2.3.3.1 DATOS

En una red los generadores de datos más usuales son los servidores Web, la transferencia de ficheros (FTP), las conexiones remotas (Telnet) y los chats (IRC). La mayoría de los servicios comunicación se dan en redes TCP/IP (Internet). Estos servicios tienen comportamiento diferente. El web, por ejemplo, se distingue por presentar una gran cantidad de diferencias, habitualmente de reducido tamaño (a menos que se esté navegando por una página de ficheros de sonido e imágenes grandes). FTP, por lo contrario, presenta largas transferencias de información (Rincón). Y así cada tipo de aplicación tiene una manera diferente de comportarse en una red.

### 2.3.3.2 AUDIO

En este tipo de tráfico lo más habitual es que sea una señal de voz, se aprovechan las características de habla humana, que se presenta a ráfagas con silencios intercalados entre palabras y frases. Por ello lo más común es que los codificadores de voz (G.711 por ejemplo) incorporen detectores de silencio, durante los cuales no se transmite información (Rincón).

**Figura 20:** Posible traza de una fuente de voz.  
**Fuente:** (Rincón)



### 2.3.3.3 VIDEO

El tráfico de video de tasa variable (VBR) es independientes del codificar usado. Presentan una cantidad no despreciable de correlaciones, a diferentes niveles (Línea, bloque, cuadro, escena). Los codificadores aprovechan la alta redundancia espacial y temporal de las señales de video para conseguir factores de compresión elevados. Las señales de video de estos codificadores son de tasa variable, estos

repiten un esquema en el que aparecen imágenes codificadas a partir de las *intra* (que contiene toda la información del cuadro, denominadas I), e imágenes codificadas a partir de las *intra* por predicción (hacia delante o hacia atrás, denominados P y B). Los cuadros *intra* son los que provocan picos en la tasa de transmisión, ya que contienen mucha más información que los cuadros P y B (Rincón).

#### **2.3.4 MODELOS DE QOS**

Calidad de Servicio (QoS) es un requisito que en la actualidad las redes lo exigen. La presencia de tráfico de VoIP y video en la misma infraestructura que se utiliza para el tráfico de datos requiere de la implementación de QoS para garantizar la correcta prestación de cada uno de los servicios. En la actualidad existen tres modelos para proporcionar calidad de servicio (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014). A continuación se detallan los modelos de QoS.

##### **2.3.4.1 MODELO BEST-EFFORT**

En este modelo ningún mecanismo de QoS es aplicado, es usado por defecto en cualquier tipo de red. Los paquetes de voz, datos y video, etc., son tratados con la misma importancia (no hay diferenciación). A este tipo de modelo se lo compara con el servicio de correo tradicional. Este modelo tiene grandes beneficios ya que es de fácil implementación y de gran escalabilidad, aunque no tiene garantías para el tráfico y no diferencia el tipo de tráfico que cura por la red (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

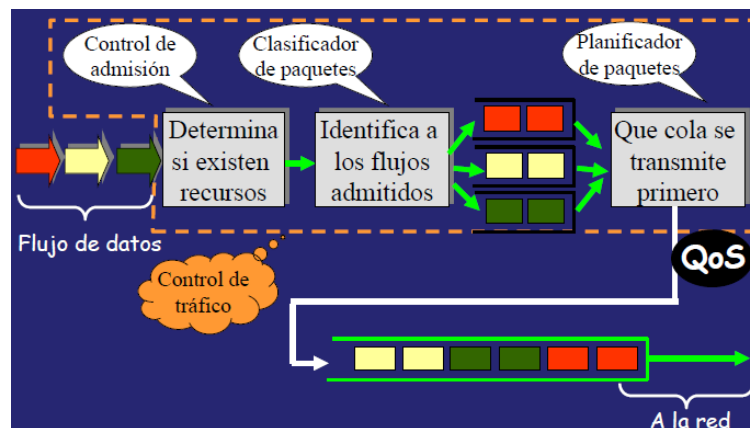
##### **2.3.4.2 MODELO SERVICIOS INTEGRADOS (IntServ)**

Este modelo se basa en la reserva de recursos de red para proveer QoS, se basa en los mecanismos de señalización y manejo/reserva de recursos de red. Se denomina a IntServ como Hard-Qos porque provee garantías de ancho de banda (BW), delay, etc. las cuales son especificadas y predichas. RSVP (Resource Reservation Protocol) es un protocolo de señalización y se emplea para la reserva de recursos de red (hop-by-hop). IntServ simula al modelo de la PSTN (se 164alizacion y reserva de recursos durante toda la llamada), también provee múltiples servicios,

uno por cada flujo de datos (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

**Figura 21:** Esquema General Router RSVP.

**Fuente:** (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).



#### 2.3.4.3 MODELO SERVICIOS DIFERENCIADOS (DiffServ)

En este modelo la red reconoce las diferentes clases de tráfico y les aplica parámetros de QoS y fue diseñado para superar las limitaciones de los modelos Best-Effort e IntServ. DiffServ es llamado Soft-QoS (no ofrece una garantía de QoS absoluta, pero es escalable). Este modelo es basado bajo el concepto de Clases de tráfico (que permite diferenciar el tipo de tráfico que cursa por la red) y PHB (que permite definir la política y la prioridad que se le debe aplicar a un paquete cuando atraviesa por un salto), PHB no requiere de señalización y es escalable, también este realiza una clasificación del tráfico y lo marca de acuerdo a su clases, de esta forma el nivel de servicio dependerá de la marca que tiene cada flujo (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

### 2.4 VOZ SOBRE IP

La voz sobre IP se define como una aplicación de telefonía que puede ser habilitada a través de una red de datos de comunicación de paquetes, convierte las señales de voz estándar en paquetes en paquetes de datos comprimidos que son transportados a través de redes de datos en lugar de líneas telefónicas tradicionales, vía el protocolo IP (Internet Protocol; Protocolo de Internet). La ventaja real de esta

tecnología es la transmisión de forma gratuita, ya que viaja como dato (Ramirez E, VoIP, 2014).

#### 2.4.1 VENTAJAS DE LA VOZ SOBRE IP

Normalmente cuando se habla de redes VoIP se piensa que la principal ventaja es el bajo costo en las llamadas a larga distancia, pero este no es justamente uno de los principales motivos por los cuales las redes VoIP son las mejores que las tradicionales analógicas (Ramirez E, Voz Digital, 2014). Los mayores beneficios de las redes de VoIP son las siguientes:

- ✓ **Mayor eficiencia en el uso del ancho de banda y de la electrónica de red:** Menores costos de transmisión. Las redes VoIP no utilizan ningún canal dedicado, estas comparten el ancho de banda de la red con otras aplicaciones.
- ✓ **Gastos de red consolidados:** Las aplicaciones de datos, voz y video convergen en el mismo hardware y soporte. Todas operan en una infraestructura común y bajo el mismo grupo de administradores.
- ✓ **Incrementa la productividad:** Los teléfonos IP Cisco son más que simples teléfonos, con los teléfonos IP se puede acceder a los directorios de usuarios, a base de datos, es decir, que el teléfono se convierte en un sofisticado dispositivo de comunicación que permite ejecutar muchas aplicaciones en el propio terminal (Ramirez E, Voz Digital, 2014).
- ✓ **Acceso a nuevos dispositivos de comunicación:** contrariamente a la telefonía analógica los teléfonos IP pueden comunicarse con dispositivos tales como PC, dispositivo de red, asistentes digitales, etc., a través de la conectividad IP (Ramirez E, Voz Digital, 2014).

#### 2.4.2 FUNCIONES DE UN SISTEMA DE VOZ SOBRE IP

La voz analógica empezó a ser digitalizada en los años 1960s, aunque la técnica para hacerlo había sido desarrollada desde los años 1930s, el esfuerzo y costo de realizar la digitalización era demasiado alto dados los recursos de la tecnología

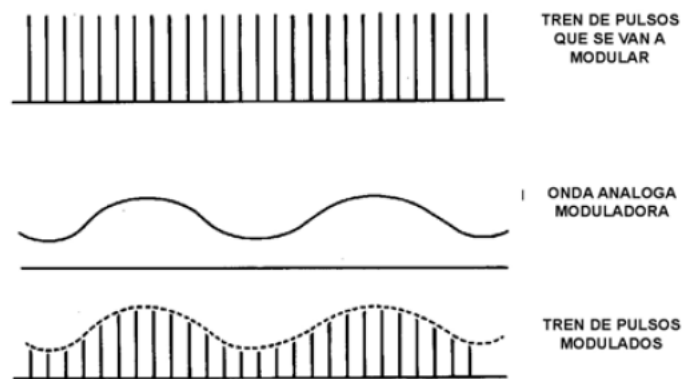
disponibles en esa época. Actualmente la digitalización de la voz es algo común, además esta debe ser paquetizadas para luego ser enrutada. A continuación se detallan cada una de estas funciones que son indispensables para un sistema de VoIP.

#### 2.4.2.1 DIGITALIZACIÓN DE LA VOZ

El proceso de digitalización que produce la voz PCM a 64 kbps se lleva a cabo en tres pasos básicos. Los pasos son:

- ✓ **Muestreo:** Para modelar una forma de onda arbitraria, lo primero que se debe hacer es establecer un conjunto de tiempos o instantes en que la onda va a ser muestreada. Una muestra es una toma instantánea de la onda en un momento dado. Típicamente, los intervalos de muestreo están espaciados regularmente a intervalos precisos, aunque no hay razón matemática para que este tiempo de muestreo uniforme tenga que ser fijo, sino que es más sencillo hacerlo en esta forma. Está demostrado matemáticamente que si el muestreo de la onda se realiza con la frecuencia adecuada, la onda analógica de entrada puede ser reconstruida perfectamente en el extremo de recibo. Todo lo que se necesita hacer es usar un circuito electrónico para suavizar las muestras digitales generadas durante el proceso de muestreo (Ramirez E, Voz Digital, 2014). El teorema de Nyquist determina la velocidad mínima de muestreo de una señal analógica y señala que esta debe ser al menos el doble de la frecuencia más alta. La voz humana utiliza frecuencias entre 200 a 9000 Hz, el oído humano puede detectar entre 20 a 20000 Hz. Los sistemas tradicionales de telefonía fueron diseñados para frecuencias entre 300 a 3400 Hz. La velocidad de muestreo para digitalizar la voz fue definida en 8000 muestras por segundo, permitiendo frecuencias de hasta 4000 Hz (Ramirez E, CODIFICACION BASICA DE VOZ: CONVERSION ANALOGICA A DIGITAL, 2014).

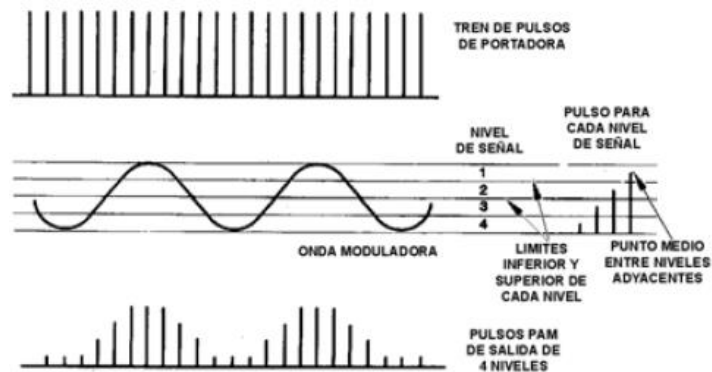
**Figura 22:** Muestreo de la voz analógica.  
**Fuente:** (Ramirez E, Voz Digital, 2014).



- ✓ **Cuantización:** Las señales analógicas que producen voz PCM a 64 kbps son digitalizadas dos veces. Las muestras PAM son convertidas primero a una secuencia de 0s y 1s mediante el proceso de cuantización, luego son convertidas nuevamente a una forma apropiada para viajar grandes distancias a través de enlaces de comunicaciones digitales. También es posible cuantizar y luego usar un modem para enviar la voz digitalizada a través de un enlace análogo. La voz digital PCM a 64 kbps fue desarrollada para enlaces digitales llamados “Enlaces DS-0”, “DS-0 Links”. DS-0 significa nivel de señal digital o, digital level 0 y constituye la base fundamental de todos los sistemas de multiplexación digital (Ramirez E, Voz Digital, 2014). La Cuantización es la representación de una muestra con un valor numérico (step), una escala de 256 steps es utilizada. Las muestras son redondeadas por arriba o por debajo a un step cercano, el redondeo introduce inexactitud (ruido por cuantificación) (Ramirez E, CODIFICACION BASICA DE VOZ: CONVERSION ANALOGICA A DIGITAL, 2014).

**Figura 23:** Cuantización de pulsos PAM en 4 niveles.

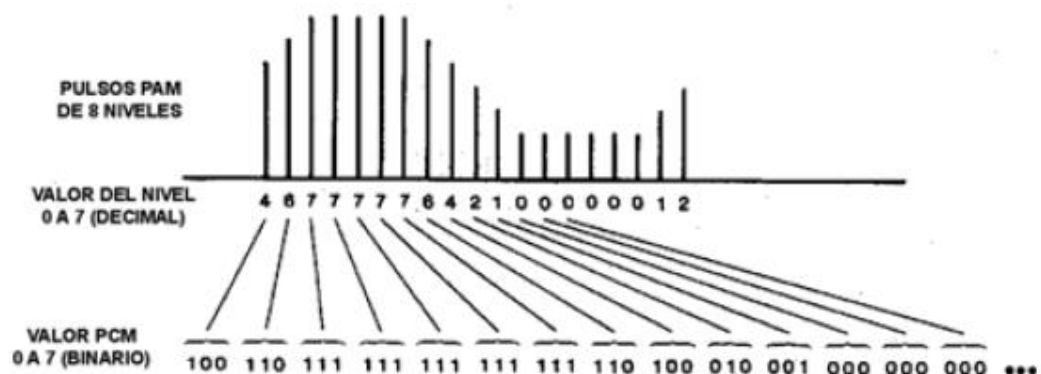
**Fuente:** (Ramirez E, Voz Digital, 2014)



- ✓ **Codificación:** Cada muestra es codificada usando 8 bits (un bit de polaridad, 3 bits para el segmento y 4 bits para el step), el ancho de banda necesario para una llamada es de 64 kbps (8000 muestras por segundo de 8 bits cada una). Las redes de telefonía basadas en circuitos utilizan TDM para combinar múltiples canales de 64 kbps (DS-0) en una única línea física (Ramirez E, CODIFICACION BASICA DE VOZ: CONVERSION ANALOGICA A DIGITAL, 2014).

**Figura 24:** Codificación de las señales.

**Fuente:** (Ramirez E, *Voz Digital*, 2014).



### 2.4.2.2 COMPRESIÓN DE LA VOZ

Existen varios algoritmos de compresión de voz orientados a reducir los requerimientos de Ancho de Banda (BW) de una llamada de VoIP. Estos algoritmos varían según los siguientes parámetros (Chafra, CODIFICACION BASICA DE VOZ: CONVERSIÓN ANALÓGICA A DIGITAL, 2014):

- ✓ Requerimiento de Ancho de Banda (BW).
- ✓ Degradación de la calidad de la voz que provocan.
- ✓ Retardo que introduce.
- ✓ Consumo de CPU por su complejidad.

Existen varios estándares para la compresión de la voz, la principal organización de estandarización es la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) que gobierna toda la telefonía internacional y tiene una gran influencia a nivel nacional en los diferentes países, ya que no tiene mucho sentido utilizar métodos totalmente diferentes dentro de cada país y preocuparse solo por la contabilidad con los circuitos internacionales (Ramírez E, Voz Digital, 2014).

En el ITU, todos los estándares de voz digital son emitidos por el Grupo de Estudio 15 del ITU-t (Study Group SG 15) como parte de la serie G de recomendaciones (Ramírez E, Voz Digital, 2014). En la tabla siguiente se muestran los estándares con algunas características que los diferencian entre sí.

**Tabla 1:** Detalle de códec utilizados en Telefonía IP  
**Fuente:** Modificado por el Autor

Codec	Standard	Bandwidth	Packet Size	Codec Period	Bandwidth Ethernet	Packet Rate
G.711	PCM	64 Kbps	160 bytes	10 ms	87,2 Kbps	50 pps



<b>G.723.1</b>	ACELP	6,3 Kbps	24 bytes	30 ms	21,9 Kbps	34 pps
<b>G.723.1</b>	ACELP	5,3 Kbps	20 bytes	30 ms	20,8 Kbps	34 pps
<b>G.726</b>	ADPCM	32 kbps	80 bytes	5 ms	50,8 Kbps	50 pps
<b>G.726</b>	ADPCM	24 kbps	60 bytes	5 ms	42,8 Kbps	50 pps
<b>G.728</b>	LDCELP	16 Kbps	60 bytes	5 ms	47,2 Kbps	50 pps
<b>G.729</b>	CS-ACELP	8 Kbps	20 bytes	10 ms	31,2 Kbps	50 pps

### 2.4.2.3 ENRUTAMIENTO DE LOS PAQUETES

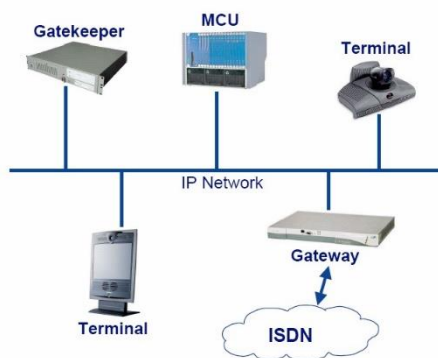
Para garantizar la interoperabilidad entre la red telefónica y las redes de transmisión de datos es necesario utilizar grupos de protocolos. Los protocolos asociados a la Voz IP se dividen en dos grupos: Protocolos de Señalización y Protocolos de Transporte (Ramírez E, VoIP, 2014).

#### 2.4.2.3.1 PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN

Los protocolos de señalización en VoIP cumplen funciones similares a sus homólogos en la telefonía tradicional, es decir tareas de establecimiento de sesión, control del progreso de la llamada, entre otras. Se encuentran en la capa 5 del modelo OSI, es decir en la capa de Sesión. Existen algunos protocolos de señalización, que han sido desarrollados por diferentes fabricantes u organizaciones como la ITU o el IETF, y que se encuentran soportados por Asterisk (Ramírez E, VoIP, 2014). Algunos son:

- ✓ **SIP (Session Initialization Protocol):** Es un protocolo de señalización (*application-layer control*) creado para administrar sesiones multimedia entre dos o más partes. Muchos se confunden pensando en que el protocolo SIP es quien transporta la voz propiamente dicha pero no es así, esta labor la realiza otro protocolo que veremos más adelante; de lo que sí se encarga SIP es de la comunicación necesaria para establecer una llamada, modificarla, así como para finalizarla (Ramirez E, VoIP, 2014).
- ✓ **H.323:** El estándar H.323, fue desarrollado por la ITU-T desde 1996, es un documento que describe el uso de un conjunto de especificaciones para el transporte de servicios de conferencia multimedia basados en paquetes. Puede ser aplicado, solo audio (telefonía IP), audio y datos, video y datos; en comunicaciones multimedio-multipunto. Originalmente pensado para comunicación multimedia dentro de una LAN, pero los fabricantes lo adoptaron para proporcionar servicios de voz sobre servicio de redes IP (Ramirez E, VoIP, 2014). H.323 define cuatro elementos fundamentales en la arquitectura de red que son: Terminales, pasarelas o *gateways*, gatekeepers y *border elements* y MCUs.

**Figura 25:** Arquitectura H.323  
**Fuente:** (Ramirez E, VoIP, 2014)



- ✓ **MGCP (Media Gateway Control Protocol):** Este protocolo define la comunicación entre los agentes de llamada y las pasarelas de telefonía, un agente de llamada es un dispositivo o un sistema de dispositivos, que implementa alguna aplicación de telefonía, así como un conmutador, un PBX (Private Branch Exchange) o un servidor CTI (Computer Telephone Integration) (Ramirez E, VoIP, 2014).

#### **2.4.2.3.2 PROTOCOLO DE TRANSPORTE**

La información presencial se puede considerar como el estado de un dispositivo en un instante particular, puede indicar si algún usuario está conectado, si está ocupado o incluso puede transmitir información de su posición geográfica por medio de coordenadas. Se requiere de un protocolo presencial cuando se piensa mantener una suscripción a largo plazo entre dispositivos que pueden o no estar disponibles en distintos momentos (Ramirez E, VoIP, 2014). A continuación se describen algunos de los protocolos para el transporte:

- ✓ **UDP (User Datagram Protocol):** Este protocolo de transporte proporciona un medio de transporte poco confiable pero de alta velocidad a través de Internet. El mensaje es transmitido sobre un datagrama UDP simple o paquete. Para los mensajes más largos existe una forma compacta de SIP que economiza espacio al representar algunos campos con un solo carácter. El puerto utilizado para la transmisión es escogido de un grupo de puertos sobre el 49152 o bien se utiliza el 5060 (Ramirez E, VoIP, 2014).
- ✓ **TCP (Transmission Control Protocol):** Provee transporte confiable sobre IP, utiliza una secuencia de números y mensajes de recibido para asegurar que cada bloque de datos (segmento) ha sido recibido. Los segmentos perdidos son re-transmitidos hasta que son recibidos correctamente. TCP representa un transporte confiable con un costo de complejidad y de retraso en la red. Se utiliza para mensajes con una extensión mayor a 1000 octetos (Ramirez E, VoIP, 2014).

- ✓ **TLS (Transmission Layer Security):** Es basado en el protocolo SSL (Secure Socket Layer) utilizado principalmente en navegadores de Internet y utiliza TCP para transporte. Se compone de dos partes: transporte y handshake. El primero provee un medio de transporte confiable y privado ya que sus paquetes son encriptados. El segundo se utiliza para establecer la conexión, negociar las claves de encriptación y proveer autenticación. SIP aprovecha ambas ventajas de TLS sin embargo la encriptación y autenticación solo funcionan para conexiones de un salto (Ramirez E, VoIP, 2014).
- ✓ **RTP (Real Time Transport Protocol):** El objetivo de este protocolo es de proporcionar servicios de difusión de audio y video, videoconferencia y simulaciones en tiempo real de extremo a extremo en redes de paquetes, sin embargo no dispone de ningún mecanismo para asegurar la calidad de servicio, el proceso de transporte implica dividir en paquetes el flujo de bits que proporciona el codificador de señal, enviar dichos paquetes por la red y reensamblar el flujo de bits original en el destino (Ramirez E, VoIP, 2014).
- ✓ **RTCP (Real Time Control Protocol):** Este protocolo es una parte del RTP y está diseñado para trabajar en conjunto con RTP (RFC 1889/1890), los participantes periódicamente envían paquetes RTCP para proveer información sobre la calidad de la entrega de datos, proporciona servicios de control. Cada flujo RTP cuenta con información adicional proporcionada por RTCP utilizada para realizar un seguimiento de la calidad de la transmisión (Ramirez E, VoIP, 2014).
- ✓ **RTSP (Real Time Streaming Protocol):** El propósito del RTSP es el de establecer y controlar streams multimedia de audio y video, es un protocolo del nivel de aplicación, actúa como un control remoto de servidores multimedia. El protocolo RTSP es similar al HTTP en sintaxis y funcionamiento, se le diseñó así para utilizar la tecnología ya desarrollada por HTTP (Ramirez E, VoIP, 2014).

### 2.4.3 COMPONENTES DE VoIP

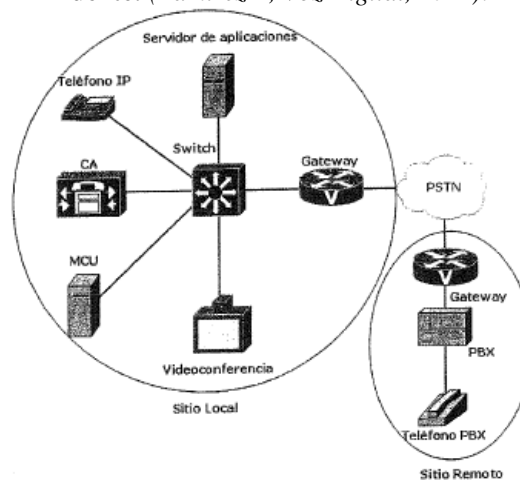
Una red VoIP tiene que llevar a cabo diferentes funciones, algunas de ellas obligatorias y otras opcionales. Algunos dispositivos pueden realizar múltiples y simultaneas aplicaciones. A continuación se describen los principales componentes de una red de VoIP:

- ✓ **Teléfonos:** Pueden coexistir con los teléfonos analógicos, teléfonos PBX, teléfonos IP Cisco IP, etc. (Ramirez E, Voz Digital, 2014).
- ✓ **Gateway:** Interconectan los dispositivos que no necesariamente son accesibles desde una red IP, por ejemplo en una comunicación de un teléfono IP hacia una red de telefonía analógica (Ramirez E, Voz Digital, 2014).
- ✓ **MCU:** (Multipoint Control Units), es un componente de hardware de conferencia que combina los medios recibidos por los participantes de una videoconferencia y los devuelve hacia los otros (Ramirez E, Voz Digital, 2014).
- ✓ **Servidores de aplicación y bases de datos:** Estos están disponibles para cada una de las aplicaciones requeridas y opcionales dentro de la red de telefonía IP (Ramirez E, Voz Digital, 2014).
- ✓ **GateKeepers:** Es posible obtener dos tipos de servicios independientes como enrutamiento de llamadas resolviendo una llamada hacia un nombre o dirección IP, CAC (Call Admission Control) otorga permisos para intentar llevar a cabo la llamada (Ramirez E, Voz Digital, 2014).
- ✓ **Agente de llamadas:** En un modelo de control de llamadas centralizadas es necesario efectuar un enrutamiento de llamadas, resolución de direcciones, establecimiento de la llamada, etc., son manejados por los CA (Call Agents) (Ramirez E, Voz Digital, 2014).
- ✓ **Terminales de video:** Estos son necesarios para Videoconferencias (Ramirez E, Voz Digital, 2014).

- ✓ **DSP:** Son dispositivos conversores de señales analógicas a señales digitales y viceversa, mediante la utilización de diferentes algoritmos de codificación y decodificación (Códec) (Ramirez E, Voz Digital, 2014).

La siguiente figura ilustra una compañía con dos oficinas remotas, la oficina principal utiliza teléfonos IP. Pero la oficina remota solo utiliza teléfonos PBX.

**Figura 26:** Elementos de VoIP.  
**Fuente:** (Ramirez E, Voz Digital, 2014).



## 2.5 LISTAS DE CONTROL DE ACCESO DE CISCO

Las ACL (Access Control List) son sentencias de seguridad que se le aplica a las interfaces de un router, estas le indican que tipo de tráfico debe aceptar o denegar, la aceptación o rechazo puede basarse en direcciones origen, direcciones destino, protocolos de capa superior y numero de puertos. Para los protocolos de enrutamiento como IP, IPX se puede crear una ACL por cada protocolo. Las ACL permiten configurar en un Router el acceso a una red o subred, también permite filtrar el tráfico que ingresa o sale de cada interfaz (Romero Ternero M. , 2004).

### 2.5.1 TIPOS DE ACL IP

Una ACL es un grupo de sentencias que define como se procesan los paquetes, básicamente existen dos tipos de ACL que son ACL estándar y ACL extendida (Romero Ternero M. , 2009). A continuación se hará una descripción de cada una de ellas:

### 2.5.1.1 ACL ESTÁNDAR

Una ACL estándar se utiliza para bloquear todo tipo de tráfico de una red o de un host específico, permitir todo el tráfico de una red específica o denegar paquetes por protocolos (Romero Ternero M. , 2004).

- ✓ Sentencia para definir una ACL estándar:

```
Router(config)# access-list num_ACL {deny | permit} fuente [wildcard_fuente] [log]
```

- ✓ Forma de asociar una ACL estándar:

```
Router(config-if)# ip access-group num_ACL {in | out }
```

### 2.5.1.2 ACL EXTENDIDA

Una ACL extendida ofrece mayor cantidad de opciones de control que las ACLs estándares, estas son más versátiles. Pueden verificar direcciones origen y destino de los puertos, protocolos, número de puertos y otros parámetros específicos. Este tipo de ACL usa un número del 100 al 199. Al final de la sentencia de una ACL extendida, se puede especificar opcionalmente el número de puerto del protocolo de transporte (TCP o UDP) para que se aplique la sentencia. Para crear una ACL extendida, primero se define la ACL y luego se asocia a una interfaz (Romero Ternero M. , 2004).

- ✓ Forma de definir una ACL extendida.

```
Router(config)# access-list num_ACL {permit | deny } protocolo fuente [mascara-fuente destino mascara-destino operador operando] [established]
```

**num\_ACL:** Identifica número de lista de acceso utilizando un número dentro del intervalo 100-199.

**Protocolo:** IP, TCP, UDP, ICMP, GRE, IGRP.

**Fuente | destino:** Identificadores de direcciones origen y destino.

**mascara-fuente | mascara-destino:** Máscaras de wildcard.

**operador:** lt, gt, eq, neq.

**operando:** un número de puerto.

**established:** permite que pase el tráfico TCP si el paquete utiliza una conexión establecida (p.e. tiene bits de ACK establecidos).

✓ Forma de asociar una ACL extendida.

```
Router(config-if)# ip access-group num_ACL {in | out }
```



## **CAPITULO III**

### **3 CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

Para llevar a cabo esta investigación con el fin de obtener resultados significativos y no alejados de la realidad, se tuvo que extraer datos directamente de todos los edificios y áreas que cubre la red cableada de la ESPAM – MFL. Los métodos empleados para realizar esta tesis fueron los siguientes:

##### **3.1.1 MÉTODO INDUCTIVO - DEDUCTIVO**

El método Inductivo sirve para extraer conclusiones de carácter universal desde la acumulación de datos particulares. Se utilizó para estudiar los y analizar los servicios de red actual de la ESPAM – MFL para determinar el consumo de red parcial y total. El método deductivo es un proceso sintético analítico que va desde lo general a lo particular. Gracia a este método se logró comprender el comportamiento de una red convergente e incorporar políticas de QoS para priorizar ciertos tipos de tráfico.

##### **3.1.2 MÉTODO DE LA OBSERVACIÓN CIENTÍFICA**

Fue el primer método utilizado por los científicos y en la actualidad continua siendo su instrumento universal. Gracias a este método se monitoreó equipos y características de cableado estructurado de red de datos.

##### **3.1.3 MÉTODO DE LA MEDICIÓN**

Este es un método empírico que se desarrolla con el objetivo de obtener información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto, proceso o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles conocidas. Se empleó para determinar el tráfico de los servicios actuales que generan consumo de red en la ESPAM – MFL, también se logró estimar el tráfico en la hora pico para el servicio de Telefonía IP.

### **3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

En esta investigación se utilizó la técnica de la observación, también se empleó varios instrumentos como una ficha digital realizada en la hoja de cálculo para cuantificar las necesidades de la red y determinar los diferentes tipos de consumo de la red actual en el campus Politécnico de la ESPAM – MFL, estas fichas se muestran en el **Anexo número 1 y 2**.

Para realizar la selección de la muestra se especificaron diversos criterios útiles en cada oficina, aula o laboratorio que cubre la red cableada tales como el número de conexiones de red existente, es estado de ellas, la necesidad o no de telefonía IP, el tipo de cable utilizado en la toma de red, entre otros. Esto ayudó a determinar el número de posibles usuarios para el servicio de telefonía IP, además se pudo saber si la red actual cumple con las normativas vigentes de cableado estructurado y a establecer la agregación de más tomas de red según las necesidades de cada lugar visitado.

Se logró establecer los diferentes tipos de servicios que normalmente recurren los usuarios en la red y poder determinar el consumo de ancho de banda para cada servicio establecido en la red.

## **CAPÍTULO IV**

### **4 CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED CONVERGENTE**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se hará un levantamiento de la información acerca de la red cableada de la ESPAM – MFL, además se analizará el estado de estos enlaces y las características de los equipos para decidir si cumplen con los parámetros mínimos en tolerar la agregación de un servicio más (Telefonía IP). También se determinará el tráfico sin garantías y con garantía de Calidad de Servicio (QoS) para la Telefonía IP. Se diseñará un modelo de red tomando el diseño actual para que no hallan cambios drásticos y se pueda utilizar el que ya está en operación, de esta forma se propondrá un nuevo modelo de red que garantice la convergencia de servicios para mejorar la comunicación institucional.

#### **4.2 ANTECEDENTES DE LA ESPAM MFL**

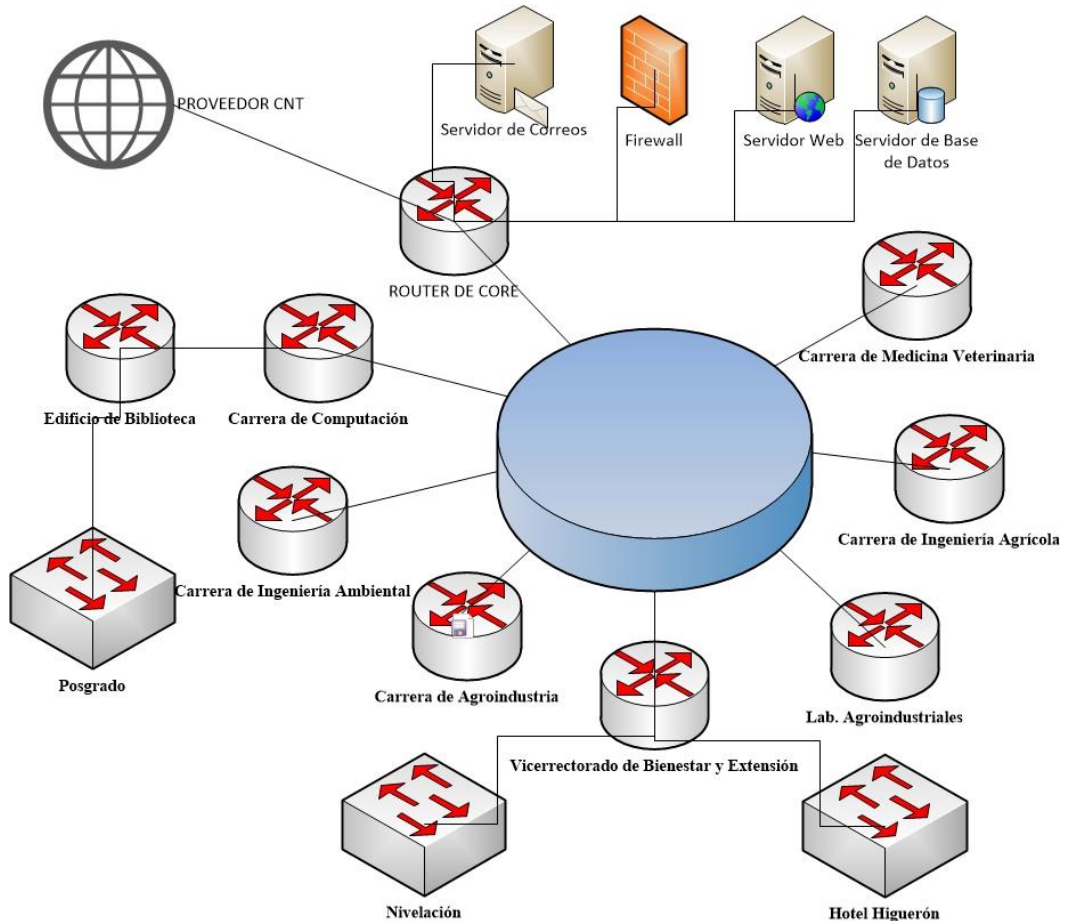
La Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, está localizada en zona rural, aproximadamente a 3 Kilómetros de la ciudad de Calceta, en un sitio llamado “El Limón”. Esta universidad es muy joven, actualmente tiene 17 años de vida institucional siendo la principal universidad de la zona norte de la provincia de Manabí. Actualmente se encuentra conformada por dos áreas académicas, estas son; el Área Agroindustrial y el Área Agropecuaria, las mismas que cuentan con ocho carreras que son: Carrera de Computación, Administración de Empresas, Administración Pública, Turismo, Ingeniería Agrícola, Medicina Veterinaria, Ingeniería Ambiental y Agroindustria. Además posee dos centros de educación; el Centro de Aprendizaje y Aplicaciones Informáticas (CAAI) y el Centro de Idiomas. Cuenta con edificios de Biblioteca, Posgrado, Bienestar, laboratorios de prácticas Pre-Profesionales entre otros.

### 4.3 DESCRIPCIÓN DE LA RED ACTUAL

En la actualidad la red operativa de la ESPAM – MFL cuenta con varios medios de transmisión guiados como lo son la Fibra Óptica, el cable UTP y coaxial. La fibra Óptica es empleada para la interconexión de las subredes, es decir que todo su backbone es de fibra óptica Multimodo, el cable UTP categoría 5, 5e y 6, es utilizado para la comunicación de los equipos finales y el cable coaxial está distribuido para la comunicación de cámaras de vigilancia, aunque no está en operación. A continuación se muestra en la siguiente figura el backbone de la red actual de la ESPAM – MFL.

**Figura 27:** Backbone de la red de la ESPAM MFL.

**Fuente:** Autor.



En la figura anterior se observa claramente que el proveedor de internet es CNT. Este ofrece a la institución 80 MB para que sea repartido a todos los edificios y departamentos. Según el departamento técnico y lo observado por el autor de esta

tesis, es que los enlaces actuales están en perfectas condiciones, e incluso se ha utilizado equipamiento actualizado en tres edificaciones nuevas (Carrera de Computación, Edificio de Posgrado, Edificio de Nivelación, Hotel Higuerón y Edificio de Biblioteca), también se ha incorporado un Data Center en la Edificación de la Carrera de Computación para tener servicios centralizados y compartidos.

#### 4.3.1 RED CABLEADA

La red cableada de la ESPAM – MFL está constituida en aproximadamente 80% de fibra óptica multimodo permitiendo interconectar todos los segmentos de red y llegar de manera eficiente a todas las áreas y edificaciones, esta fibra óptica opera bajo los estándares ITU-T-G.651 el cual brinda la característica de la fibra multimodo de índice gradual de 50/125  $\mu m$ . Cabe indicar que esta recomendación de la ITU fue suprimida en el 16 de enero del 2008 porque se consideraba de contenido obsoleto y es sustituida por la Recomendación UIT-T G651.1 sobre las aplicaciones de fibra multimodo en redes de acceso óptico (Telecomunicaciones, 2011). En la tabla que se muestra a continuación se detalla el número de tomas de red que existe en la institución, aparte también se puede apreciar el tipo de tecnología empleada para ello. El 46,21% de las tomas de red son de tecnología UTP – CAT 5, el 28,94% son de UTP – CAT 5e y el 24, 85% son de UTP – CAT 6. Este último esta solo empleados en las edificaciones de la Carrera de Computación. Esto permitirá evaluar si el tipo de tecnología es suficiente para incorporar el servicio de Telefonía IP bajo la misma red.

**Tabla 2:** Tipo de tecnología cableada de la ESPAM - MFL

**Fuente:** Autor

TECNOLOGÍA	CANTIDAD	%
UTP-CAT 5	325	46,03%
UTP-CAT 5e	202	28,61%
UTP-CAT 6	179	25,35%
<b>TOTAL</b>	706	100%

El cable UTP es el más popular en todo el mundo, no solo se utiliza para la creación de redes, también se emplea para la conexión de teléfonos tradicionales con

la CAT 1. Existen más de 6 tipos de categorías UTP y, dependiendo de lo que se quiera lograr, se selecciona el tipo apropiado. El cable UTP CAT 5e es el más popular ya que se ha mantenido al día con el crecimiento continuo de las demandas de servicios de redes brindando una comunicación más rápida y fiable (MULTICOM, n.d.).

El cable de UTP – CAT 5 transmite en las frecuencias de 100 MHz, proporciona una velocidad de transmisión de 100 Mbps en una longitud máxima de 100 metros, estos cables son empleados en redes antiguas y por ello aún siguen representando la mayor parte de la infraestructura de red en el mundo. El cable UTP – CAT 5e es una versión mejorada del CAT 5, esta nueva versión llega a velocidades de transferencia nominal de 350 Mbps, e incluso en un esquema de codificación optimizada permite en longitudes de 50 metros alcanzar el Gigabit Ethernet (1000base – T). La adaptación generalizada de Gigabit Ethernet (1000base – T) requiere de nuevos estándares capaces de transmitir a una mayor frecuencia de 250 MHz. La categoría 6 utiliza alambre de cobre más grueso, aumenta el blindaje, reduce el ruido y la interferencia llegando a velocidades de 1000 Mbps (MULTICOM, n.d.).

En la tabla mostrada a continuación se observa el número de conexiones totales de cada edificación, el número de conexiones usadas y el tipo de cable empleado para dichas conexiones cableadas. Esta tabla se es una tabla resumen de la ficha de recolección de datos mostrada en el **Anexo 1**.

**Tabla 3:** Resumen del estado actual de la red cableada de la ESPAM-MFL

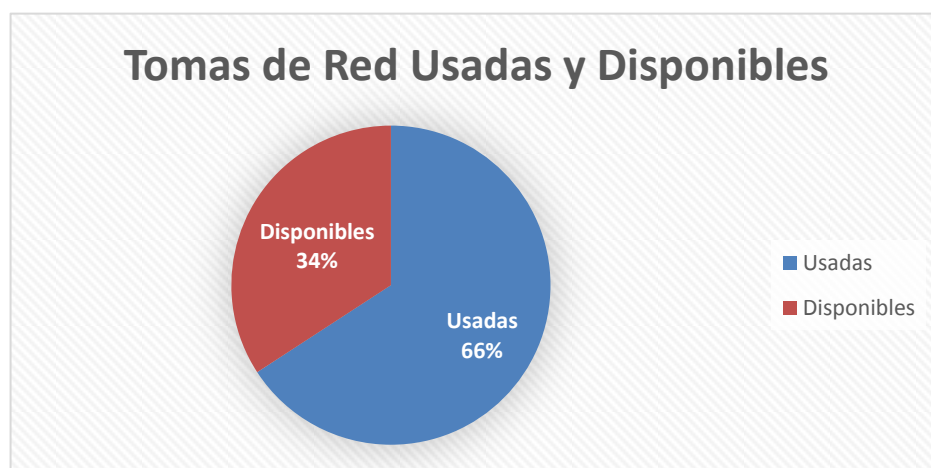
**Fuente:** Autor

<b>Edificios</b>	<b>Nro. de Conexiones</b>	<b>Conexiones Usadas</b>	<b>Tipo de cable</b>
Biblioteca	60	53	UTP – CAT 5e
Carrera de Agroindustria	76	42	UTP – CAT 5
Carrera de Computación	179	151	UTP – CAT 6
Carrera de Ingeniería Agrícola	57	44	UTP – CAT 5
Carrera de Ingeniería Ambiental	86	61	UTP – CAT 5
Carrera de Medicina Veterinaria	70	56	UTP – CAT 5
Hotel Higuerón	27	2	UTP – CAT 5e
Nivelación	31	22	UTP – CAT 5e

Posgrado	84	8	UTP – CAT 5e
Talleres Agroindustriales	10	8	UTP – CAT 5
Vicerrectorado de Bienestar y Extensión	26	19	UTP – CAT 5
<b>TOTAL</b>	<b>706</b>	<b>466</b>	

En el siguiente grafico se muestra el porcentaje de conexiones usadas y disponible en toda la red cableada, esto permitirá establecer si las disponibles son suficientes para la instalación de los Teléfonos IP.

**Grafico 1:** Tomas de red usada y disponible  
**Fuente:** Autor



#### 4.3.2 MODELO DE RED

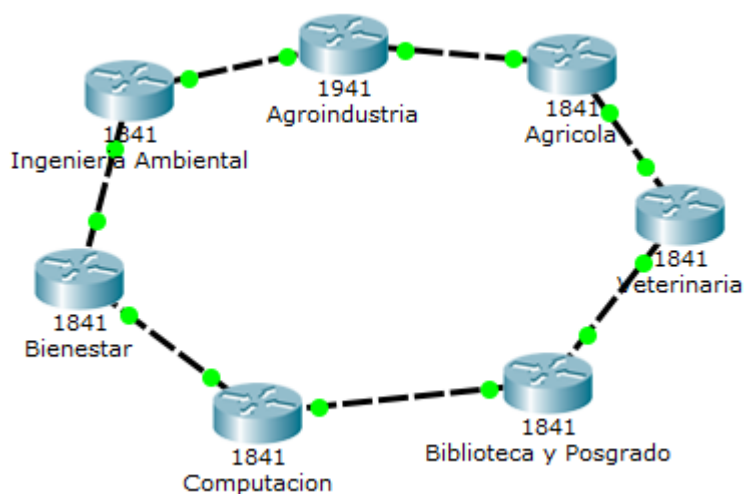
Para cubrir todo el campus Politécnico con enlaces cableados, fue necesario mezclar varias topologías de red que permitan el acceso y la utilización de los servicios de red. La red principal que interconecta el router de CORE con los edificios principales como: Carrera de Computación, Carrera de Ingeniería Ambiental, Carrera de Agroindustrias, Vicerrectorado de Bienestar y extensión, Laboratorios Agroindustriales, Carrera de Ingeniería Agrícola y Carrera de Medicina Veterinaria, se utiliza la topología anillo y es pura de fibra óptica multimodo. En cada edificio según su infraestructura se ha empleado topologías como estrella y estrella extendida, estas cubren todas las aulas, oficinas, cubículo, laboratorios, etc. y están diseñada con cable UTP categoría 5, 5e y 6.

El tipo de topología anillo no depende de un equipo central, lo que significa que cualquier equipo de red se puede comunicar directamente con cualquier otro ordenador, esto hace que cada equipo pueda procesar sus propias aplicaciones de forma independiente. La topología anillo de fibra óptica instalada en el backbone del campus politécnico forma un bucle cerrado y los datos se envían solo en una dirección, la ventaja es que si un dispositivo falla, los datos pueden ser transmitidos con normalidad.

La siguiente figura muestra la topología anillo que interconecta todas las Redes de Área Local (LAN) del Campus politécnico de la ESPAM – MFL, este tipo de topología se la conoce en esta institución como “el anillo de fibra”.

**Figura 28:** Topología anillo del campus Politécnico.

**Fuente:** Autor.



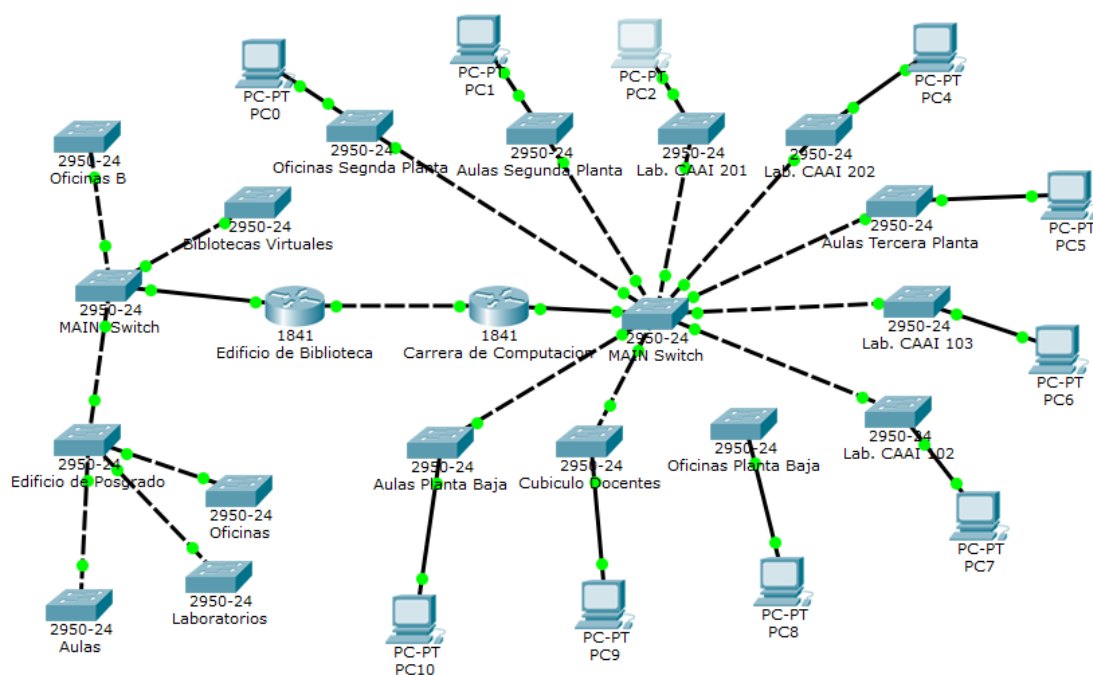
La topología de red estrella incorporada en cada red de área local (LAN) de cada edificación de la ESPAM – MFL tiene un elemento central que conecta a varios elementos de red como ordenadores, impresoras, etc. e incluso puede conectar otros segmentos de red, lo que formaría una topología de estrella extendida. La topología de estrella y estrella extendida resulta bastante ventajosa para ejecutar aplicaciones con procesos centralizados o realizar tareas a nivel local, independientemente de otros segmentos de red. También estas topologías resultan bastantes vulnerables ya que todos los datos deberán pasar a través de un dispositivo central y, si falla este equipo la red perderá conectividad y producirá error.



En la siguiente figura se ha tomado como muestra la Red de Área Local (LAN) del edificio de Computación, Biblioteca y Posgrado. El anillo de fibra óptica pasa por el router principal de la carrera de computación, este reparte sus servicios y control de ancho de banda a otra LAN que está en el edificio de Biblioteca. En Computación el router comparte sus servicios a un switch principal y este a varios switches. El router del edificio de Biblioteca reparte sus servicios a un Switch y este a otros switches como por ejemplo a un switch que está en el edificio de Posgrado. Aquí se comprueba una aplicación clara de la topología estrella y estrella extendida. Este ejemplo es similar en las demás LANs del campus Politécnico.

**Figura 29:** Topología estrella y estrella extendida en la LAN del edificio de la carrera de Computación.

**Fuente:** Autor.



### 4.3.3 EQUIPOS DE RED EN USO

**Tabla 4:** Resumen de equipos de red en la ESPAM-MFL

**Fuente:** Autor

Equipo	Lugar o Edificio	Número	Marca	Modelo
Router	Computación	3	MikroTik X2	1100 AH
Router	Computación	1	Cisco	1900 Series
Router	Bienestar	1	MikroTik X2	1100 AH

Router	Ambiental	1	MikroTik X2	1100 AH
Router	Agroindustria	1	MikroTik X2	1100 AH
Router	Agrícola	1	MikroTik X2	1100 AH
Router	Veterinaria	1	MikroTik X2	1100 AH
Router	Biblioteca	1	MikroTik X2	1100 AH
Switch	Computación	1	QPCOM	QP – 7024B
Switch	Computación	1	CISCO	SG500X - 48
Switch	Computación	9	TP - LINK	TL – SL5428
Switch	Bienestar	5	TP - LINK	TL – SL5428
Switch	Ambiental	5	TP - LINK	TL – SL5428
Switch	Agroindustria	5	TP - LINK	TL – SL5428
Switch	Agrícola	5	TP - LINK	TL – SL5428
Switch	Veterinaria	5	TP - LINK	TL – SL5428
Switch	Biblioteca y Posgrado	5	TP - LINK	TL – SL5428

#### 4.3.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS

- ✓ RouterBoard MikroTik X2 1100 AH: RB1100AHx2

Este dispositivo tiene un CPU de doble núcleo, puede alcanzar hasta un millón de paquetes por segundo y soporta encriptación en el Hardware. Tiene trece puertos Gigabit Ethernet individuales, dos grupos de switch de 5 puertos, e incluye la capacidad de derivación de Ethernet. Incluye 2 GB de RAM SODIMM, hay una ranura para tarjetas microSD, un beeper y un puerto serial (MikroTik, n.d.).

**Tabla 5:** Características del Router RB1100AHx2

**Fuente:** (MikroTik, n.d.)

Detalles	
Product code	RB1100AHx2
CPU nominal frequency	1 GHz
CPU core count	2
Size of RAM	2 GB
Architecture	PPC
10/100/1000 Ethernet ports	13
Memory Cards	1
Memory card type	MicroSD

Power Jack	1
Supported input voltage	10 V - 28 V
PoE in	Yes
Voltage Monitor	Yes
CPU temperature monitor	Yes
PCB temperature monitor	Yes
Dimensions	1U case: 44 x 176 x 442 mm, 1200g. Board only: 365g
Operating System	RouterOS
Tested ambient temperature	-30C to +60C
License level	6
Current Monitor	Yes
CPU	P202ASSE2KFB
Serial port	RS232
Storage type	NAND
Storage size	128 MB

✓ Router Cisco 1900 Series

Este dispositivo tiene un diseño modular que permite la reutilización de una amplia gama de módulos existentes los cuales cumplen con los requisitos de negocio y aumentan al máximo la protección de la inversión (Cisco, n.d.).

**Tabla 6:** Características del Router Cisco 1900 Series

**Fuente:** (Cisco, n.d.)

Detalles	
Agile Application Services	Incluye módulos de ISM para aplicaciones de misión crítica, también aseguramiento de la entrega de aplicaciones y puede priorizar y optimizar diferentes tipos de datos, voz y aplicaciones de video.
WAN Connectivity	Incluye WLAN 802.11a / g / n, T1 / E1 / T3 / E3, 4G / LTE, xDSL, cobre y fibra Gigabit Ethernet.
WAN Optimization	Con soporte para ruteo integrado, bajo demanda optimización WAN y aceleración de aplicaciones a través del módulo de servicio.
Highly Integrated Security	Posee un conjunto de tecnología como VPN con IPSEC Y SSL VPN, soporte de seguridad para WLAN 802.11i, Firewall y además posee soporte para cifrado de próxima generación y seguridad basada en la nube.
High Performance	Tiene procesador de múltiples núcleos, una fábrica de multigigabits, módulos de servicio de alto rendimiento que pueden ejecutar varios servicios simultáneos ofrecidos de una manera escalable a grandes caudales.

✓ Switch QPCOM QP – 7024B

Este Switch proporciona 24 RJ-45 de 10/100 / 1000Mbps. Fue diseñado para una fácil instalación y alto rendimiento en un entorno de red. Soporta altas velocidades sin problemas que se cuelgue incluso en plena carga de Full – duplex. El Switch también proporciona funcionalidad de detección de cruce automático en cada puerto. Es simple y amigable para el enlace ascendente a otro conmutador sin cable cruzado. Se puede instalar en un espacio limitado; Por otra parte se proporciona migración de la red y fácil actualización de capacidad de la red (QPCOM, n.d.).

**Tabla 7:** Características del Router Cisco 1900 Series  
Fuente: (QPCOM, n.d.)

Detalles	
Standards Compliance	IEEE 802.3 10BaseT; IEEE 802.3u 100BaseTX and IEEE 802.3ab 1000BaseT copper over Ethernet.
Number Of Ports	24 integrated ports (10/100/1000Mbps N-Way port)
Fully Flow Control Supported	Full-duplex mode: IEEE 802.3x Half-duplex mode: Backpressure
Network Transmission Media	10BaseT Cat. 3, 4, 5 UTP/STP 100BaseTX Cat. 5 UTP/STP 1000BaseT Cat. 5 UTP/STP
Network Status Monitoring LEDs	System: Power, Per port: 1000M, Link/ACT
Filter/Forward Rate	10Mbps ports – 14,880pps 100Mbps ports – 148,800pps 1000Mbps ports – 1,488,000pps
Buffer Memory	RAM: 512Mb per device
MAC Address	-Up to 4K MAC address entry per device
JUMBO packet	Supports 10K Byte
Supports 10K Byte	AC input (90-240V/AC, 50-60Hz) UL Safety
Power Consumption	35 Watts (Max)
Operating Temperature	0 ~ 60
Store Temperature	-20 ~ 90
Humidity	10% ~ 90% RH (Non - condensing)
Dimension (L x W x H)	440mm x 220mm x 44mm
Weight	3Kg
Safety & EMI Certificates	CE & FCC-B

✓ Switch TP – LINK TL – SL5428

Este Switch ofrece una amplia gama de características para el switching de capa 2. Incluye un agente administrador que permite configurar las algunas funciones específicas. La configuración por defecto se puede utilizar para la mayoría de las características proporcionadas por este switch. Sin embargo hay muchas opciones

que se debe configurar para maximizar el rendimiento del switch para su entorno de red particular (TP-LINK).

**Tabla 8:** Características del Router Cisco 1900 Series  
**Fuente:** (TP-LINK).

Detalles	
TL-SL5428	24-port 10/100 + 4-port Gigabit Managed Switch
MAC Address Table	8K
Switching Capability	12.8Gbps
Buer Size	4Mb
SDRAM	64MB
Flash	16MB
Port Con-figuration	24 10/100 BASE-T ports Gigabit combo ports (RJ-45/SFP) 1 Male DB9 RS-232C Console Port
Cable Type	UTP CAT 5 or better for 10BASE-T/100BASE-TX UTP CAT 5e or Better for 1000BASE-T RS-232 DB9 Male Console Cord
Link Aggregation	802.3ad with LACP Cisco EtherChannel Liked Unicast / Multicast trac Balance over Trunkingport (Six Trunk Balance mode onUnicast)
VLAN	IEEE 802.1Q Tagged Based, Port-based, GVRP, 802.1v Protocol VLAN, Voice VLAN, MAC-based VLAN, VLAN trunking, Private VLAN (Trac segmentation)
Spanning Tree	IEEE 802.1D Spanning Tree Bridge, IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree, IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree, Spanning Tree Fast Forwarding, Loop back detection, BPDU -lter/guard, Root guard

✓ Switch Cisco SG500X – 48

Este Switch proporciona 24 RJ-45 de 10/100 / 1000Mbps. Fue diseñado para una fácil instalación y alto rendimiento en un entorno de red. Soporta altas velocidades sin problemas que se cuelgue incluso en plena carga de Full – dueplex. El switch también proporciona funcionalidad de detección de cruce automático en cada puerto. Es simple y amigable para el enlace ascendente a otro conmutador sin cable cruzado. Se puede instalar en un espacio limitado; Por otra parte se proporciona migración de la red y fácil actualización de capacidad de la red (NETWORKS).

**Tabla 9:** Características del Switch Cisco SG500X – 48  
**Fuente:** (NETWORKS).

Detalles	
Connectivity Details Type	Serial cable

Flash Memory Installed Size	32 MB
Comments	PoE
Connector Type	48
Type	1000Base-T
Advanced Switching	Layer 3
Compliant Standards	IEEE 802.1D , IEEE 802.1p , IEEE 802.1Q , IEEE 802.1s , IEEE 802.1w , IEEE 802.1x , IEEE 802.3 , IEEE 802.3ab , IEEE 802.3ad (LACP) , IEEE 802.3af , IEEE 802.3at , IEEE 802.3az , IEEE 802.3u , IEEE 802.3x , IEEE 802.3z
Features	Access Control List (ACL) support , Dynamic VLAN Support (GVRP) , Energy Efficient Ethernet , Flow control , IPv6 support , LACP support , Layer 2 switching , Layer 3 switching , Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP) support , Quality of Service (QoS) , Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) support , Reset button , Spanning Tree Protocol (STP) support , VLAN support
RAM Size	256 MB

#### 4.4 DETERMINACIÓN DE TRÁFICOS

La determinación de tráfico, es una actividad de throughput a lo largo de un día normal de trabajo en términos de tipo de tráfico pasado, nivel de tráfico, tiempo de respuesta de los host, tiempo para ejecutar transferencias de archivos, etc. esto permite hacer un acercamiento para estimar el tráfico dada la indisponibilidad de herramientas para caracterizar, en forma detallada, el comportamiento del tráfico (Medina, TELEPROCESO Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS).

##### 4.4.1 ANÁLISIS DEL TRAFICO DE INTERNET

El tráfico Best Effort realizar lo necesario para que las aplicaciones entiendan la variabilidad dinámica de la red y que deben adaptarse a la red, no es que la red debe adaptarse a las aplicaciones. En una arquitectura de Internet, no se necesita de una red inteligente, son las aplicaciones que necesitan la inyección de la trayectoria (Huston, 2001).

##### 4.4.1.1 DISTRIBUCIÓN DEL ANCHO DE BANDA DE INTERNET

El proveedor del servicio de Internet para el Campus Politécnico es CNT, este provee un total de 80MB de ancho de banda los cuales están distribuidos

proporcionalmente en cada edificio. A continuación se muestra una tabla que detalla la distribución del ancho de banda de Internet.

**Tabla 10:** Distribución del AB disponible en el Campus Politécnico  
**Fuente:** Autor

Edificios	Distribución del AB	Conexiones Usadas	Velocidad de Transmisión
Carrera de Agroindustria, Talleres Agroindustriales	10 MB	50	1,6 Mbps
Carrera de Computación	20 MB	152	1,05 Mbps
Biblioteca, Posgrado	10 MB	61	1,31 Mbps
Carrera de Ingeniería Agrícola	10 MB	43	1,86 Mbps
Carrera de Ingeniería Ambiental	10 MB	61	1,31 Mbps
Carrera de Medicina Veterinaria	10 MB	56	1,43 Mbps
Vicerrectorado de Bienestar y Extensión, Hotel Higuerón, Nivelación	10 MB	43	1,86 Mbps
<b>TOTAL</b>	80 MB	466	10,42 Mbps

✓ Cálculo del Ancho de Banda promedio para la Carrera de Agroindustria y los Talleres Agroindustriales. El ancho de banda disponible para la Carrera de Agroindustria y los Talleres Agroindustriales es de 10 MB, esta tiene 50 estaciones de trabajo en uso.

$$AB_{promedio} = \frac{AB}{\# \text{ estaciones}}$$

$$AB_{promedio} = \frac{10 \text{ MB}}{50} * 8 \text{ bits}$$

$$AB_{promedio} = 1,6 \text{ Mbps}$$

✓ Cálculo del Ancho de Banda promedio para el edificio de la Carrera de Computación. El ancho de banda disponible para la Carrera de Computación es de 20 MB, esta tiene 152 estaciones de trabajo en uso.

$$AB_{promedio} = \frac{AB}{\# \text{ estaciones}}$$

$$AB_{promedio} = \frac{20 \text{ MB}}{152} * 8 \text{ bits}$$

$$AB_{promedio} = 1,05 \text{ Mbps}$$

✓ Cálculo del Ancho de Banda promedio para el edificio de Biblioteca y Posgrado. El ancho de banda disponible para el edificio de Biblioteca y Posgrado es de 10 MB, esta tiene 61 estaciones de trabajo en uso.

$$AB_{promedio} = \frac{AB}{\# \text{ estaciones}}$$

$$AB_{promedio} = \frac{10 \text{ MB}}{61} * 8 \text{ bits}$$

$$AB_{promedio} = 1,31 \text{ Mbps}$$

✓ Cálculo del Ancho de Banda promedio para el edificio de la Carrera de Ingeniería Agrícola. El ancho de banda disponible para el edificio de la Carrera de Ingeniería Agrícola es de 10 MB, esta tiene 43 estaciones de trabajo en uso.

$$AB_{promedio} = \frac{AB}{\# \text{ estaciones}}$$

$$AB_{promedio} = \frac{10 \text{ MB}}{43} * 8 \text{ bits}$$

$$AB_{promedio} = 1,86 \text{ Mbps}$$

✓ Cálculo del Ancho de Banda promedio para el edificio de la Carrera de Ingeniería Ambiental. El ancho de banda disponible para el edificio de la Carrera de Ingeniería Ambiental es de 10 MB, esta tiene 61 estaciones de trabajo en uso.

$$AB_{promedio} = \frac{AB}{\# \text{ estaciones}}$$

$$AB_{promedio} = \frac{10 \text{ MB}}{61} * 8 \text{ bits}$$

$$AB_{promedio} = 1,31 \text{ Mbps}$$

✓ Cálculo del Ancho de Banda promedio para el edificio de la Carrera de Medicina Veterinaria. El ancho de banda disponible para el



edificio de la Carrera de medicina Veterinaria es de 10 MB, esta tiene 56 unidades de trabajo en uso.

$$AB_{promedio} = \frac{AB}{\# \text{ estaciones}}$$

$$AB_{promedio} = \frac{10 \text{ MB}}{56} * 8 \text{ bits}$$

$$AB_{promedio} = 1,43 \text{ Mbps}$$

✓ Cálculo del Ancho de Banda promedio para el edificio de Vicerrectorado de Bienestar y Extensión, Hotel Higuerón y Nivelación. El ancho de banda disponible para Vicerrectorado de Bienestar y Extensión, Hotel Higuerón y Nivelación es de 10 MB. Estos tienen 43 unidades de trabajo en uso.

$$AB_{promedio} = \frac{AB}{\# \text{ estaciones}}$$

$$AB_{promedio} = \frac{10 \text{ MB}}{43} * 8 \text{ bits}$$

$$AB_{promedio} = 1,86 \text{ Mbps}$$

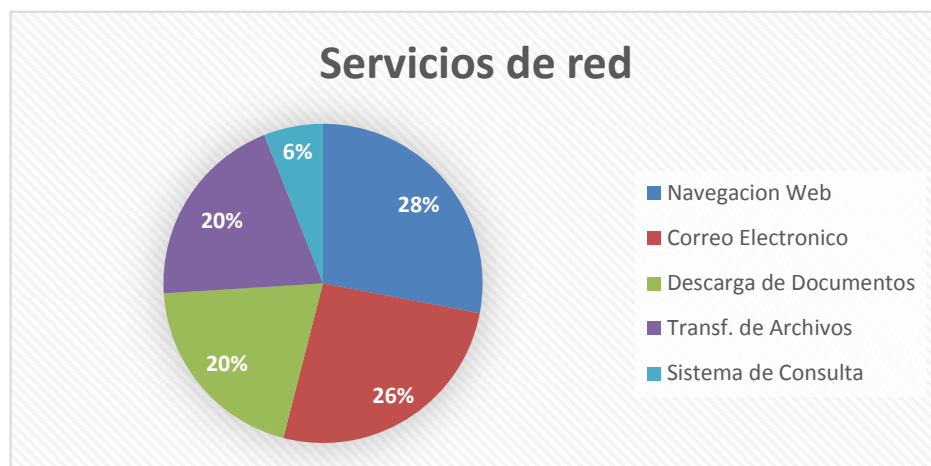
#### **4.4.1.2 CÁLCULO DEL ANCHO DE BANDA REQUERIDO PARA LOS SERVICIOS DE INTERNET**

A continuación se describen los servicios más importantes que consumen el ancho de banda del Internet en el campus politécnico. En el Anexo Numero 2 se detalla el uso del internet con los diferentes tipos de tráfico en cada departamento, laboratorio y aulas de clase del campus Politécnico.

En el siguiente gráfico muestra en porcentaje la concurrencia en el uso de los diferentes tráficos que utilizan el internet. La navegación Web es el tipo de tráfico con más frecuencia ya que este es utilizado por todos los usuarios de la red, su porcentaje de uso con referencia a los demás tráficos es de 28%. La revisión de correo electrónico implica un porcentaje de uso del 26%, este servicio es utilizado por la mayoría de usuarios. La descarga de documentos también genera un consumo considerable del uso del internet ya que su porcentaje de uso del 20%. Transferencia

de archivos también tiene un porcentaje de uso del 20%. Por ultimo este el tráfico de Sistema de Consulta, este tráfico es el más bajo ya que solo lo utilizan los estudiantes, las coordinaciones del Instituto de Informática, el Instituto de Idiomas y la Secretaria de Áreas.

**Grafico 2:** Servicios de Red en el Campus Politécnico  
**Fuente:** Autor



#### 4.4.1.2.1 NAVEGACIÓN WEB

En la actualidad los requerimientos del tráfico HTTP es que usen modelos de tráfico que se acoplen al contenido de una página web, el motivo de esto que la mayoría de las páginas web son dinámicas. Para mostrar el contenido de una página web, se analizan diferentes parámetros por separado por ejemplo, imágenes, clips de audio y video. Desde el punto de vista del usuario, el factor más importante es la rapidez en la que se muestra una página web después de haberla solicitado. Los retardos de varios segundos son aceptables, pero no más de 10 segundos (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, 2005, p. 29). Para realizar el cálculo de la navegación web, se empleara la norma ETSI EG 202 057-4 donde se establecen parámetros preferenciales y aceptables para la calidad de tráfico. Ver Anexo número 3.

La fórmula establecida para calcular el tráfico preferencial y aceptable se está compuesta por el Web Browsing + el Bulk Data, donde el Web Browsing es la información y aplicaciones disponibles en los servidores de internet que tendría un tamaño aproximado de 10 KB, y el Bulk Data es la información adicional que tiene una página web, por ejemplo imágenes, clic de audio, etcétera. Para el Bulk Data se ha especificado un valor de 200 KB, se puede establecer un valor de 10 KB hasta 10 MB.

- ✓ Calculo de la velocidad Preferencial para la navegación Web

$$\text{Navegacion Preferencial} = \text{Web browsing} + \text{Bulk Data}$$

$$\text{Navegacion Preferencial} = \frac{10 \text{ KB}}{2 \text{ seg.}} + \frac{200 \text{ KB}}{15 \text{ seg.}}$$

$$\text{Navegacion Preferencial} = 5 \text{ KBPS} + 13,33 \text{ KBPS}$$

$$\text{Navegacion Preferencial} = 18,33 \text{ KBPS} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$\text{Navegacion Preferencial} = 146,64 \text{ Kbps}$$

- ✓ Calculo de la velocidad Aceptable para la navegación Web

$$\text{Navegacion Aceptable} = \text{Web browsing} + \text{Bulk Data}$$

$$\text{Navegacion Aceptable} = \frac{10 \text{ KB}}{4 \text{ seg.}} + \frac{200 \text{ KB}}{60 \text{ seg.}}$$

$$\text{Navegacion Aceptable} = 2,5 \text{ KBPS} + 3,33 \text{ KBPS}$$

$$\text{Navegacion Aceptable} = 5,83 \text{ KBPS} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$\text{Navegacion Aceptable} = 46,66 \text{ Kbps}$$

#### 4.4.1.2.2 CORREO ELECTRÓNICO

El correo electrónico generalmente es un servicio de almacenamiento, este puede tolerar retrasos de varios minutos o incluso horas. Cuando el usuario se comunica con el servidor de correo local, hay una expectativa de que el correo se transfiere dentro de unos pocos segundos (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, 2005, p. 29).

Para realizar el cálculo de la velocidad requerida para el servicio de correo electrónico se emplea la misma norma con la cual se hizo el cálculo de la Navegación Web. En esta parte se hacen ciertas variaciones, se suman los parámetros de Web Browsing + el Bulk Data + Email, donde para Web Browsing se utiliza un tamaño de 10 KB, para el Bulk Data se emplearan tan solo 10 KB y para Email se utilizaran 10 KB. Ver Anexo número 3.

- ✓ Cálculo de la velocidad Preferencial para el servicio de Correo Electrónico.

$$\text{Email Preferencial} = \text{Web browsing} + \text{Bulk Data} + \text{Email}$$

$$\text{Email Preferencial} = \frac{10 \text{ KB}}{2 \text{ seg.}} + \frac{10 \text{ KB}}{15 \text{ seg.}} + \frac{10 \text{ KB}}{2 \text{ seg.}}$$

$$\text{Email Preferencial} = 5 \text{ KBPS} + 0,66 \text{ KBPS} + 5 \text{ KBPS}$$

$$\text{Email Preferencial} = 10,66 \text{ KBPS} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$\text{Email Preferencial} = 85,33 \text{ Kbps}$$

- ✓ Cálculo de la velocidad Aceptable para el servicio de Correo Electrónico.

$$\text{Email Aceptable} = \text{Web browsing} + \text{Bulk Data} + \text{Email}$$

$$\text{Email Aceptable} = \frac{10 \text{ KB}}{4 \text{ seg.}} + \frac{10 \text{ KB}}{60 \text{ seg.}} + \frac{10 \text{ KB}}{4 \text{ seg.}}$$

$$\text{Email Aceptable} = 2,5 \text{ KBPS} + 0,16 \text{ KBPS} + 2,5 \text{ KBPS}$$

$$Email\ Aceptable = 5,16\ KBPS * \frac{8\ bits}{1\ Byte}$$

$$Email\ Aceptable = 41,33\ Kbps$$

#### 4.4.1.2.3 DESCARGA DE DOCUMENTOS

Para definir la velocidad de transmisión que se necesita para realizar descargas de documentos de internet, se emplea la misma fórmula que se utilizó para el cálculo del servicio de Navegación Web con ciertas modificaciones en sus parámetros. La fórmula a utilizar será igual al Web Browsing + el Bulk Data, donde el Web Browsing tendrá un tamaño de 10 KB y el Bulk Data será el 50% de su valor máximo (5 MB).

- ✓ Calculo de la velocidad Preferencial para la Descarga de Documentos.

$$Descarga\ Preferencial = Web\ browsing + Bulk\ Data$$

$$Descarga\ Preferencial = \frac{10\ KB}{2\ seg.} + \frac{5000\ KB}{15\ seg.}$$

$$Descarga\ Preferencial = 5\ KBPS + 333,33\ KBPS$$

$$Descarga\ Preferencial = 338,33\ KBPS * \frac{8\ bits}{1\ Byte}$$

$$Descarga\ Preferencial = 2706,66\ Kbps$$

- ✓ Calculo de la velocidad Aceptable para la Descarga de Documentos.

$$Descarga\ Aceptable = Web\ browsing + Bulk\ Data$$

$$Descarga\ Aceptable = \frac{10\ KB}{4\ seg.} + \frac{5000\ KB}{60\ seg.}$$

$$Descarga\ Aceptable = 2,5\ KBPS + 83,33\ KBPS$$

$$Descarga Aceptable = 85,83 \text{ KBPS} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$Descarga Aceptable = 686,66 \text{ Kbps}$$

#### 4.4.1.2.4 TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS

Para realizar el cálculo de la velocidad de transmisión para el servicio de Transferencia de Archivos, se emplea la misma fórmula para el cálculo de Correo Electrónico, la única variación es que se utilizara el 50% del Bulk Data. La fórmula será igual a Web Browsing + el Bulk Data + Email, donde para Web Browsing se utiliza un tamaño de 10 KB, para el Bulk Data se emplearan tan solo 5000 KB y para Email se utilizaran 10 KB.

- ✓ Calculo de la velocidad Preferencial para el servicio de Correo Electrónico.

$$Transferencia Preferencial = \text{Web browsing} + \text{Bulk Data}$$

$$Transferencia Preferencial = \frac{10 \text{ KB}}{2 \text{ seg.}} + \frac{5000 \text{ KB}}{15 \text{ seg.}} + \frac{10 \text{ KB}}{2 \text{ seg.}}$$

$$Transferencia Preferencial = 5 \text{ KBPS} + 333,33 \text{ KBPS} + 5 \text{ KBPS}$$

$$Transferencia Preferencial = 343,33 \text{ KBPS} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$Transferencia Preferencial = 2746,66 \text{ Kbps}$$

- ✓ Calculo de la Velocidad Aceptable para el servicio de Correo Electrónico.

$$Transferencia Aceptable = \text{Web browsing} + \text{Bulk Data}$$

$$Transferencia Aceptable = \frac{10 \text{ KB}}{4 \text{ seg.}} + \frac{5000 \text{ KB}}{60 \text{ seg.}} + \frac{10 \text{ KB}}{4 \text{ seg.}}$$

$$Transferencia Aceptable = 2,5 \text{ KBPS} + 83,33 \text{ KBPS} + 2,5 \text{ KBPS}$$

$$Transferencia Aceptable = 93,33 \text{ KBPS} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$Transferencia Aceptable = 746,66 \text{ Kbps}$$

#### 4.4.1.2.5 SISTEMA DE CONSULTA

Este Servicio manejará los mismos parámetros de la Navegación Web, por lo tanto se empleará la misma fórmula con los mismos valores en cada parámetro. El Servicio de Consulta será igual a el Web Browsing + el Bulk Data, donde el Web Browsing será de 10 KB, y el Bulk Data tendrá un tamaño de 200 KB.

- ✓ Calculo de la velocidad Preferencial para Sistema de Consultas en línea.

$$Consulta Preferencial = \text{Web browsing} + \text{Bulk Data}$$

$$Consulta Preferencial = \frac{10 \text{ KB}}{2 \text{ seg.}} + \frac{200 \text{ KB}}{15 \text{ seg.}}$$

$$Consulta Preferencial = 5 \text{ KBPS} + 13,33 \text{ KBPS}$$

$$Consulta Preferencial = 18,33 \text{ KBPS} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$Consulta Preferencial = 146,64 \text{ Kbps}$$

- ✓ Calculo de la velocidad Aceptable para Sistema de Consultas en línea.

$$Consulta Aceptable = \text{Web browsing} + \text{Bulk Data}$$

$$Consulta Aceptable = \frac{10 \text{ KB}}{4 \text{ seg.}} + \frac{200 \text{ KB}}{60 \text{ seg.}}$$

$$Consulta Aceptable = 2,5 \text{ KBPS} + 3,33 \text{ KBPS}$$

$$Consulta Aceptable = 5,83 \text{ KBPS} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$Consulta Aceptable = 46,66 \text{ Kbps}$$

#### 4.4.1.3 CALCULO DEL TRÁFICO REQUERIDO EN HORA PICO

Con la velocidad de transmisión calculada para los diferentes tipos de tráfico, se puede establecer la velocidad de transmisión preferencial y aceptable. A continuación se muestra una tabla en la cual se ha calculado un promedio ponderado referente a las velocidades de transmisión por el índice del servicio, esto ayudara a calcular un ancho de banda más exacto en cada uno de las edificaciones del Campus Politécnico.

**Tabla 11:** Velocidad de transmisión requerida  
**Fuente:** Autor

Tipo de Trafico	Índice del Servicios	Velocidad de Transmisión (Pref.)	Velocidad de Transmisión (Acep.)	Indice * Vel. Trans. P.
Navegación Web	28%	146,64 Kbps	46,66 Kbps	41,06 Kbps
Correo Electrónico	26%	85,33 Kbps	41,33 Kbps	22,18 Kbps
Descarga de Docum.	20%	2706,66 Kbps	686,66 Kbps	541,33 Kbps
Transf. de Archivos	20%	2746,66 Kbps	746,66 Kbps	549,33 Kbps
Sistema de Consulta	6%	146,64 Kbps	46,66 Kbps	8,80 Kbps
<b>TOTAL</b>	100%	5831.93 Kbps	1567,97 Kbps	1162,20 Kbps

- ✓ Calculo del ancho de banda del Edificio de la Carrera de Agroindustria y los Talleres Agroindustriales.

$$AB = Velocidad\ de\ Transmision * Conexiones\ Usadas$$

$$AB = 1162,20\ Kbps * 50$$

$$AB = 58110\ Kbps$$

$$AB = 58110\ Kbps * \frac{1\ Byte}{8\ bits} * \frac{1\ MB}{1000\ KB}$$

$$AB = 7,26\ MB$$

- ✓ Calculo del ancho de banda del Edificio de la Carrera de Computación.

$$AB = Velocidad\ de\ Transmision * Conexiones\ Usadas$$

$$AB = 1162,20\ Kbps * 152$$



$$AB = 176654,4 \text{ Kbps}$$

$$AB = 176654,4 \text{ Kbps} * \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ MB}}{1000 \text{ KB}}$$

$$AB = 22,08 \text{ MB}$$

- ✓ Calculo del ancho de banda del Edificio de Biblioteca y Posgrado.

$$AB = \text{Velocidad de Transmision} * \text{Conexiones Usadas}$$

$$AB = 1162,20 \text{ Kbps} * 61$$

$$AB = 70894,2 \text{ Kbps}$$

$$AB = 70894,2 \text{ Kbps} * \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ MB}}{1000 \text{ KB}}$$

$$AB = 8,86 \text{ MB}$$

- ✓ Calculo del ancho de banda del Edificio de la Carrera de Ingeniería Agrícola.

$$AB = \text{Velocidad de Transmision} * \text{Conexiones Usadas}$$

$$AB = 1162,20 \text{ Kbps} * 43$$

$$AB = 49976,6 \text{ Kbps}$$

$$AB = 49974,6 \text{ Kbps} * \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ MB}}{1000 \text{ KB}}$$

$$AB = 6,25 \text{ MB}$$

- ✓ Calculo del ancho de banda del Edificio de la Carrera de Ingeniería Ambiental.

$$AB = \text{Velocidad de Transmision} * \text{Conexiones Usadas}$$

$$AB = 1162,20 \text{ Kbps} * 61$$

$$AB = 70894,2 \text{ Kbps}$$

$$AB = 70894,2 \text{ Kbps} * \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ MB}}{1000 \text{ KB}}$$

$$AB = 8,86 \text{ MB}$$

- ✓ Cálculo del ancho de banda del Edificio de la Carrera de Medicina Veterinaria.

$$AB = \text{Velocidad de Transmisión} * \text{Conexiones Usadas}$$

$$AB = 1162,20 \text{ Kbps} * 56$$

$$AB = 65083,2 \text{ Kbps}$$

$$AB = 65083,2 \text{ Kbps} * \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ MB}}{1000 \text{ KB}}$$

$$AB = 8,13 \text{ MB}$$

- ✓ Cálculo del ancho de banda del Edificio de Vicerrectorado de Bienestar y extensión, Hotel Higuerón y Nivelación.

$$AB = \text{Velocidad de Transmisión} * \text{Conexiones Usadas}$$

$$AB = 1162,20 \text{ Kbps} * 43$$

$$AB = 49976,6 \text{ Kbps}$$

$$AB = 49976,6 \text{ Kbps} * \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ MB}}{1000 \text{ KB}}$$

$$AB = 6,25 \text{ MB}$$

En la siguiente tabla se muestra el ancho de banda usado en cada uno de los edificios, este se sacó multiplicando la velocidad de transmisión promedio por el número de conexiones usadas.

**Tabla 12:** Calculo del Ancho de Banda usado**Fuente:** Autor

Edificios	Velocidad de Transmisión	Conexiones Usadas	AB Usado
Carrera de Agroindustria, Talleres Agroindustriales	1162,20 Kbps	50	58110 Kbps
Carrera de Computación	1162,20 Kbps	152	176654,4 Kbps
Biblioteca, Posgrado	1162,20 Kbps	61	70894,2 Kbps
Carrera de Ingeniería Agrícola	1162,20 Kbps	43	49974,6 Kbps
Carrera de Ingeniería Ambiental	1162,20 Kbps	61	70894,2 Kbps
Carrera de Medicina Veterinaria	1162,20 Kbps	56	65083,2 Kbps
Vicerrectorado de Bienestar y Extensión, Hotel Higuerón, Nivelación	1162,20 Kbps	43	49974,6 Kbps
<b>TOTAL</b>	1162.2 Kbps	466	541585,2 Kbps

#### 4.4.1.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL TRÁFICO REQUERIDO Y EL DISPONIBLE

En la siguiente tabla se puede observar que los 80 MB de ancho de banda total que posee el Campus Politécnico abastece el Total de Ancho de banda Requerido. En el caso del Edificio de la Carrera de Computación en el cual el tráfico en la hora pico es mayor q une ancho de banda disponible se podría trabajar con un una velocidad aceptable ya que este podría abastecer para tasa de trasferencias menores en otros servicios. Se puede hacer una restructuración del ancho de banda requerido ya que aproximadamente se tiene 12 MB disponible en la hora pico.

Hay que aclarar que se está haciendo el cálculo solo de la red cableada, aunque se han tomado en cuenta las conexiones de cada AP como usadas. A estas conexiones se las estas toando en cuenta como cualquier conexión con la velocidad de trasmisión promedio.

**Tabla 13:** Ancho de Banda Usado y Disponible**Fuente:** Autor

Edificios	AB DISPONIBLE	AB REQUERIDO (PREFERENCIAL)
Carrera de Agroindustria, Talleres Agroindustriales	10 MB	7,26 MB
Carrera de Computación	20 MB	22,08 MB
Biblioteca, Posgrado	10 MB	8,86 MB
Carrera de Ingeniería Agrícola	10 MB	6,25 MB

Carrera de Ingeniería Ambiental	10 MB	8,86 MB
Carrera de Medicina Veterinaria	10 MB	8,13 MB
Vicerrectorado de Bienestar y Extensión, Hotel Higuerón, Nivelación	10 MB	6,25 MB
<b>TOTAL</b>	<b>80 MB</b>	<b>67,69 MB</b>

#### 4.4.2 ANÁLISIS DEL TRAFICO DE TELEFONÍA IP

Uno de los factores más importantes para diseñar un modelo de red convergente donde se emplea el servicio de Telefonía IP es el cálculo eficiente del ancho de banda, esto se lleva a cabo para garantizar que no haya inconvenientes en la comunicación entre los usuarios cada vez que realizan una llamada telefónica. Básicamente este cálculo se lo realiza tomando en cuenta varios aspectos importantes que se mencionan a continuación.

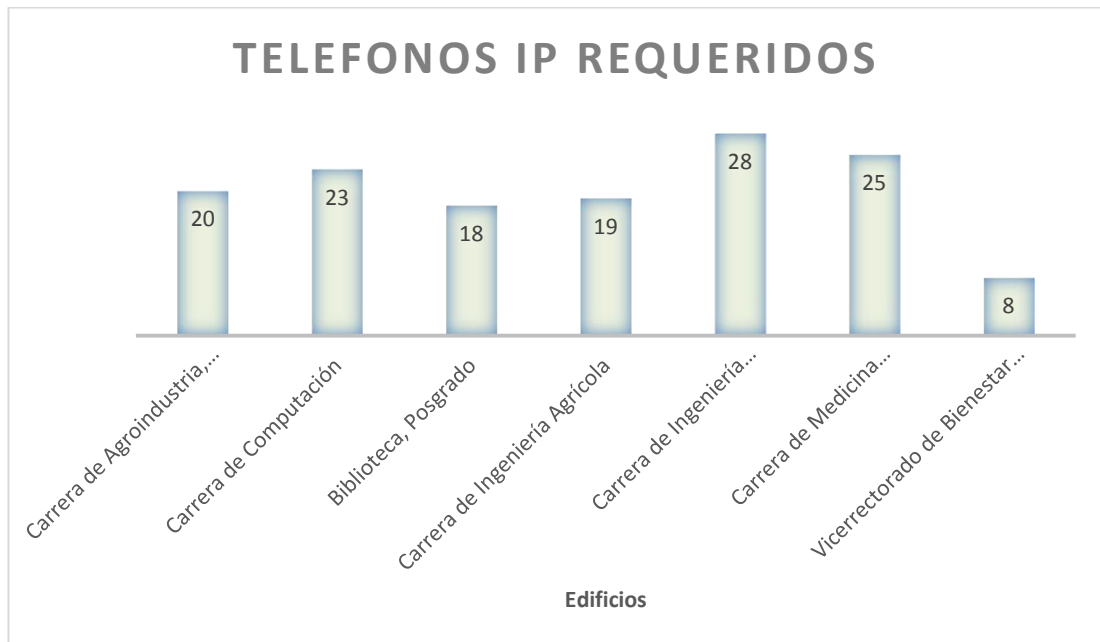
✓ Usuarios Concurrentes: Aquí se hace una estimación de la cantidad máxima de llamadas que se pueden realizar simultáneamente en la misma red.

✓ Requerimiento de ancho de banda para cada llamada: Según (Chafra, CALCULO DE LOS REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA, 2014), se debe hacer la selección adecuada del códec que se empleara para la Paquetización, establecer los protocolos (capa 2, capa 3 y capa 4) que se utilizaran en el LINK, calcular el tamaño de payload con el periodo de Paquetización, listar el tamaño de Paquetización y todos los headers y trailers, calcular la velocidad del paquete y con esto ya se puede calcular el Ancho de Banda requerido para una llamada IP.

##### 4.4.2.1 ESTIMACIÓN DE USUARIOS EN LA RED

El anexo Número 1 permitió determinar el número de usuario de telefonía IP para los diferentes edificios de la ESPAM – MFL, a continuación se detalla el siguiente grafico número de usuarios por edificio.

**Grafico 3:** Teléfonos requeridos  
**Fuente:** Autor



#### 4.4.2.2 ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO PARA LLAMADAS PICO

Para realizar esta estimación, se sacó un índice del 40% del número de teléfonos por edificio, con esto se espera calcular las llamadas pico y poder realizar un buen cálculo de ancho de banda. Esta institución no cuenta con el servicio de telefonía IP, por tal motivo no se pudo hacer un análisis más profundo para determinar el tráfico RTP del servicio antes mencionado. En algunos trabajos para calcular el tráfico de hora pico, han empleado un índice del 30%, pero para este caso se establecerá el 40% de las llamadas en hora pico o llamadas simultaneas, se ha especificado un 10% más para el crecimiento de usuarios.

#### 4.4.2.3 CALCULO DE ANCHO DE BANDA PARA EL SERVICIO DE TELEFONÍA IP

- ✓ Primero se debe realizar el cálculo del tamaño total de los paquetes en cual se realiza mediante la siguiente formula:

$$\text{Tamaño Total Pkt} = \text{Todos los Headers} + \text{Payload}$$

Donde Todos los Headers viene dado por la sumatoria de los encabezados de los protocolos de capa 2, 3 y 4. El cálculo se lo realizara empleando Ethernet. Donde el tamaño total de los paquetes será igual a:

$$\text{Tamaño Total Pkt} = (\text{Ethernet} + \text{IP} + \text{UDP} + \text{RTP}) + \text{Codec de Voz}$$

El tamaño de las cabeceras es 58 Bytes lo cuales están conformado por 18 Bytes de la cabecera de Ethernet más 20 Bytes de IP más 8 Bytes de UDP y por ultimo 12 Bytes de RTP, a esto se le suma el Tamaño de Payload el cual depende del tipo de códec que se utilice, para este caso se ha utilizado el códec G.711 el cual tiene un tamaño de carga de 160 Bytes, además posee un intervalo de muestreo de 20 ms.

$$\text{Tamaño T Pkt} = (18 \text{ Bytes} + 20 \text{ Bytes} + 8 \text{ Bytes} + 12 \text{ Bytes}) + 160 \text{ Bytes}$$

$$\text{Tamaño Total Pkt} = 58 \text{ Bytes} + 160 \text{ Bytes}$$

$$\text{Tamaño Total Pkt} = 218 \text{ Bytes}$$

- ✓ Después de haber obtenido el Tamaño Total del Paquete, se deberá multiplicar por el Ancho de Banda Nominal que es 8 Kbps, y por último se tendría que dividir ese resultado para el Tamaño de Payload.

$$\text{Total de AB} = \frac{218 \text{ Bytes} * 8 \text{ Kbps}}{20 \text{ Bytes}}$$

$$\text{Total de AB} = 87,2 \text{ Kbps}$$

#### **4.4.2.4 CALCULO DE ANCHO DE BANDA SEGÚN USUARIOS DETERMINADOS**

Para realizar el cálculo del Ancho de Banda para el servicio de Telefonía IP, se sacó un índice del 40% del número de teléfonos requeridos por cada edificio, en la siguiente tabla se presenta el resumen de los cálculos para cada edificio empleando Ethernet y el códec G.711.

**Tabla 14:** Ancho de Banda requerido para Telefonía IP

**Fuente:** Autor

Edificios	Nro. de Teléfonos IP	Índice de Uso	AB Requerido
Carrera de Agroindustria, Talleres Agroindustriales	20	8	0,17 MB
Carrera de Computación	23	9,2	0,20 MB
Biblioteca, Posgrado	18	7,2	0,16 MB
Carrera de Ingeniería Agrícola	19	7,6	0,17 MB
Carrera de Ingeniería Ambiental	28	11,2	0,24 MB
Carrera de Medicina Veterinaria	25	10	0,22 MB
Vicerrectorado de Bienestar y Extensión, Hotel Higuerón, Nivelación	8	3,2	0,07 MB
<b>TOTAL</b>	<b>141</b>	<b>56,4</b>	<b>1,23 MB</b>

- ✓ Cálculo del ancho de banda requerido para el servicio de Telefonía IP en el Edificio de la Carrera de Agroindustria y los Talleres Agroindustriales.

$$AB = \text{Velocidad de Transmisión} * \text{Conexiones Usadas} * 2 \text{ canales usados}$$

$$AB = 87,2 \text{ Kbps} * 8 * 2$$

$$AB = 1395,2 \text{ Kbps}$$

$$AB = 1395,2 \text{ Kbps} * \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ MB}}{1000 \text{ KB}}$$

$$AB = 0,17 \text{ MB}$$

- ✓ Cálculo del ancho de banda requerido para el servicio de Telefonía IP en el Edificio de la Carrera de Computación.

$$AB = \text{Velocidad de Transmisión} * \text{Conexiones Usadas} * 2 \text{ canales usados}$$

$$AB = 87,2 \text{ Kbps} * 9,2 * 2$$

$$AB = 1604,48 \text{ Kbps}$$

$$AB = 1604,48 \text{ Kbps} * \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ MB}}{1000 \text{ KB}}$$

$$AB = 0,2 \text{ MB}$$

- ✓ Calculo del ancho de banda requerido para el servicio de Telefonía IP en el Edificio de la Biblioteca y Posgrado.

$$AB = \text{Velocidad de Transmision} * \text{Conexiones Usadas} * 2 \text{ canales usados}$$

$$AB = 87,2 \text{ Kbps} * 7,2 * 2$$

$$AB = 1255,68 \text{ Kbps}$$

$$AB = 1255,68 \text{ Kbps} * \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ MB}}{1000 \text{ KB}}$$

$$AB = 0,16 \text{ MB}$$

- ✓ Calculo del ancho de banda requerido para el servicio de Telefonía IP en el Edificio de la Carrera de Ingeniería Agrícola.

$$AB = \text{Velocidad de Transmision} * \text{Conexiones Usadas} * 2 \text{ canales usados}$$

$$AB = 87,2 \text{ Kbps} * 7,6 * 2$$

$$AB = 1325,44 \text{ Kbps}$$

$$AB = 1325,44 \text{ Kbps} * \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ MB}}{1000 \text{ KB}}$$

$$AB = 0,17 \text{ MB}$$

- ✓ Calculo del ancho de banda requerido para el servicio de Telefonía IP en el Edificio de la Carrera de Ingeniería Ambiental.

$$AB = \text{Velocidad de Transmision} * \text{Conexiones Usadas} * 2 \text{ canales usados}$$

$$AB = 87,2 \text{ Kbps} * 11,2 * 2$$

$$AB = 1953,28 \text{ Kbps}$$



$$AB = 1953,25 \text{ Kbps} * \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ MB}}{1000 \text{ KB}}$$

$$AB = 0,24 \text{ MB}$$

- ✓ Calculo del ancho de banda requerido para el servicio de Telefonía IP en el Edificio de la Carrera de Medicina Veterinaria.

$$AB = \text{Velocidad de Transmision} * \text{Conexiones Usadas} * 2 \text{ canales usados}$$

$$AB = 87,2 \text{ Kbps} * 10 * 2$$

$$AB = 1744 \text{ Kbps}$$

$$AB = 1744 \text{ Kbps} * \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ MB}}{1000 \text{ KB}}$$

$$AB = 0,22 \text{ MB}$$

- ✓ Calculo del ancho de banda requerido para el servicio de Telefonía IP en el Edificio de Vicerrectorado Académico y Extensión, Hotel Higuerón y Nivelación.

$$AB = \text{Velocidad de Transmision} * \text{Conexiones Usadas} * 2 \text{ canales usados}$$

$$AB = 87,2 \text{ Kbps} * 3,2 * 2$$

$$AB = 558,08 \text{ Kbps}$$

$$AB = 558,08 \text{ Kbps} * \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ MB}}{1000 \text{ KB}}$$

$$AB = 0,07 \text{ MB}$$

#### 4.4.3 DETERMINACIÓN DEL TRAFICO CON GARANTÍAS Y SIN GARANTÍAS DE QoS

En la actualidad los servicios de la red del Campus Politécnico solo es el de Internet, por lo tanto este no requiere de hacer un rediseño en los enlaces de cada

Edificio, aunque es conveniente hacer una redistribución del ancho de banda para aumentarlo en el Edificio de la Carrera de Computación, de esta manera se obtendría una velocidad Preferencial en el 100% de la red.

Para agregar el servicio de telefonía IP, se debe analizar que el tráfico requerido con garantías de Calidad de Servicio (QoS) sumado al requerido para los servicios de Internet, no supere a las capacidades de la fibra óptica en cada enlace. No obstante se debe hacer una redistribución del ancho de banda disponible de Internet para que en el Edificio de la Carrera de Computación el tráfico AB requerido no supere al AB disponible.

**Tabla 15:** Ancho de Banda requerido para Telefonía IP e Internet

**Fuente:** Autor

<b>EDIFICIOS</b>	<b>AB REQUERIDO (INTERNET)</b>	<b>AB REQUERIDO (TELEFONÍA IP)</b>	<b>AB REQUERIDO TOTAL</b>
Carrera de Agroindustria, Talleres Agroindustriales	7,26 MB	0,17 MB	7,43 MB
Carrera de Computación	22,08 MB	0,20 MB	22,28 MB
Biblioteca, Posgrado	8,86 MB	0,16 MB	9,02 MB
Carrera de Ingeniería Agrícola	6,25 MB	0,17 MB	6,42 MB
Carrera de Ingeniería Ambiental	8,86 MB	0,24 MB	9,1 MB
Carrera de Medicina Veterinaria	8,13 MB	0,22 MB	8,35 MB
Vicerrectorado de Bienestar y Extensión, Hotel Higuerón, Nivelación	6,25 MB	0,07 MB	6,32 MB
<b>TOTAL</b>	<b>67,69 MB</b>	<b>1,23 MB</b>	<b>68,92 MB</b>

#### **4.5 DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED CONVERGENTE**

Para brindar el servicio de telefonía IP en una misma infraestructura convergente, el autor de la presente tesis considera que el número de conexiones cableadas actuales no abastecen la demanda de teléfonos IP. Se considera agregar más tomas de red, aquellas por lo menos deben emplear el cable UTP categoría 5e. Existen 325 tomas de red con el cable UTP categoría 5, 202 con UTP categoría 5e y 179 con UTP categoría 6, en total existen 706 conexiones aproximadamente, donde 466 están en uso y 240 libres pero la mayoría de estas no están estratégicamente

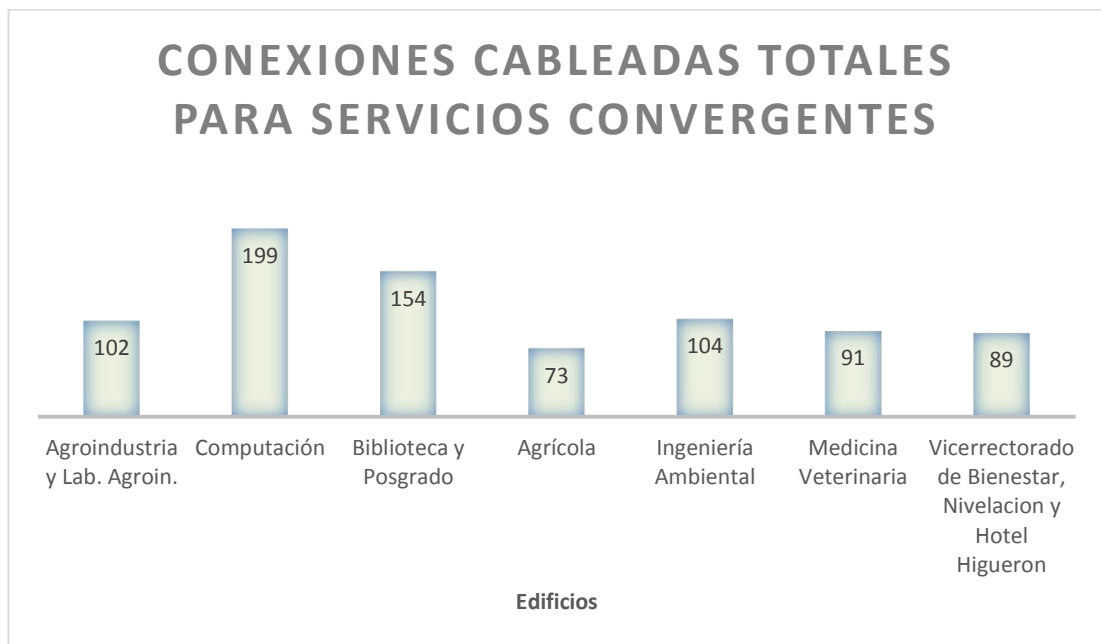
donde existe la demanda de teléfonos IP, por lo que se considera aumentar 103 tomas para teléfonos IP. A continuación en el siguiente grafico se detalla el requerimiento de las conexiones adicionales en cada edificio.

**Grafico 4:** Conexiones cableadas adicionales para cubrir la demanda de teléfonos IP  
**Fuente:** Autor



En el siguiente grafico se especifican las conexiones cableadas en los diferentes edificios de la ESPAM - MFL para los servicios de datos, voz y cámaras de video vigilancia, en total serian 812 tomas de red.

**Grafico 5:** Conexiones cableadas totales para servicios convergentes  
**Fuente:** Autor



#### 4.5.1 ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO EN LOS ENLACES ALÁMBRICOS

La fibra óptica instalada en el Backbone principal del campus Politécnico de la ESPAM – MFL, es una fibra multimodo de 6 hilos y tiene dimensiones de 50µm en el núcleo y 125µm en el primer recubrimiento. Este filamento está diseñado para trabajar en las ventanas ópticas de 850nm y 1300nm y provee al usuario un gran ancho de banda y una mínima atenuación, parámetros que satisfacen la Norma Internacional para operación en las longitudes de onda 850nm and 1300nm (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, 2005).

Esta fibra puede llegar a velocidades máximas de 1Gbps en una distancia de 500 metros, y a 100 Mbps en una distancia máxima de 2 Km. Para ello se toma como referencia la velocidad máxima de transmisión que hay en la hora pico. Se debe analizar la distancia de los enlaces de fibra entre edificios y en ancho de banda que se necesita para la transmisión, entonces se determinara si es conveniente emplear mejorar en los enlaces o mantener los existentes.

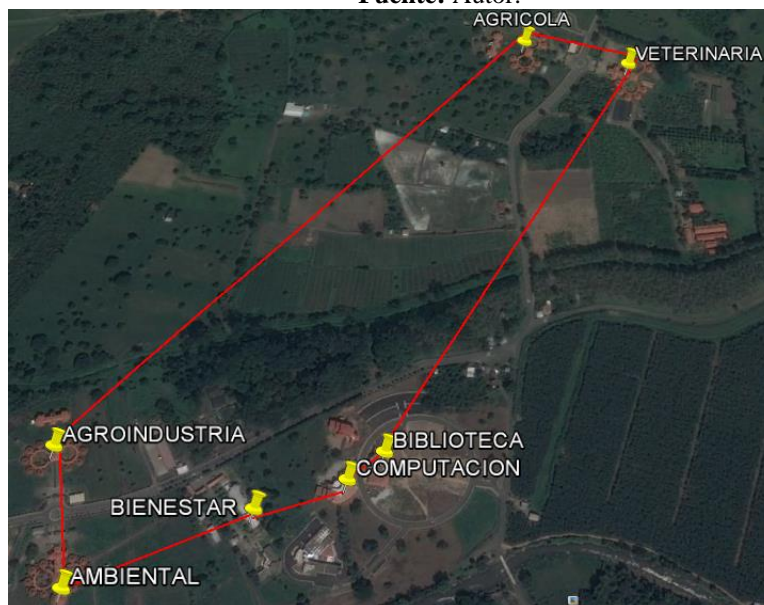
El ancho de banda para los de Internet es de 67,69 MB para un servicio preferencial que llevados a Mbps, serian 541,52 Mbps. El servicio de telefonía IP tiene un ancho de banda requerido en la hora pico de 1,23 MB, que llevado a Mbps

serían 9,84 Mbps. La velocidad de transmisión en la hora pico sería de 551,36 Mbps sumada la demanda de información de los servicios de Internet y los de Telefonía IP. Si todo este tráfico pasara por un enlace menor a 500 metros, no habría necesidad de aumentar las capacidades de la fibra implementada, ya que esta puede transmitir en esa distancia a una velocidad de 1 Gbps (OPTRAL, 2009).

A continuación se establece el direccionamiento de los enlaces alámbricos. Para realizar estos dimensionamientos, se asume que los datos viajarían por el camino más corto, aunque el direccionamiento dinámico que hay en cada Router emplea el protocolo OSPF, el cual realiza un análisis del estado del enlace para enviar los paquetes en la red. Mediante el Software Google Earth se establecieron las distancias aproximadas en la ubicación de los Router en cada Edificio, cabe recalcar que el Router principal donde se administran los servicios está en el Edificio de la carrera de Computación.

**Figura 30:** Establecimiento de medidas entre Router mediante Google Earth.

**Fuente:** Autor.



**Tabla 16:** Distancia entre Router de cada Edificio

**Fuente:** Autor

DESDE	HASTA	DISTANCIA APROXIMADA
Carrera de Agroindustria, Talleres Agroindustriales	Carrera de Ingeniería Agrícola	1051 Metros
Carrera de Computación	Vicerrectorado de Bienestar y Extensión, Hotel	139 Metros

	Higuerón, Nivelación	
Biblioteca, Posgrado	Carrera de Computación	73 Metros
Carrera de Ingeniería Agrícola	Carrera de Medicina Veterinaria	179 Metros
Carrera de Ingeniería Ambiental	Carrera de Agroindustria, Talleres Agroindustriales	222 Metros
Carrera de Medicina Veterinaria	Biblioteca, Posgrado	807 Metros
Vicerrectorado de Bienestar y Extensión, Hotel Higuerón, Nivelación	Carrera de Ingeniería Ambiental	288 Metros
<b>TOTAL</b>		<b>2759 Metros</b>

#### **4.5.1.1 ENLACE ENTRE EL ROUTER PRINCIPAL Y EL ROUTER DEL EDIFICIO DE COMPUTACIÓN.**

La distancia que existe entre estos dos dispositivos es aproximadamente 3 metros, entonces se puede transmitir a una velocidad máxima de 1 Gbps. El ancho de banda requerido en este enlace es de 22,28 MB que serían 178,24 Mbps. Se tendría ancho de banda de sobra.

#### **4.5.1.2 ENLACE ENTRE EL ROUTER PRINCIPAL Y EL ROUTER DEL EDIFICIO DE VICERRECTORADO DE BIENESTAR Y EXTENSIÓN, HOTEL HIGUERÓN Y NIVELACIÓN.**

En este enlace hay una distancia aproximada de 139 Metros donde tranquilamente se podría transmitir a una Velocidad de 1 Gbps. En este enlace se requiere un Ancho de Banda de 6,32 MB que serían 50,56 Mbps. Se podría aprovechar el máximo de beneficios en este enlace.

#### **4.5.1.3 ENLACE ENTRE EL ROUTER PRINCIPAL Y EL ROUTER DEL EDIFICIO DE CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL.**

Aquí se va a sumar la distancia que hay entre el Router principal y el Router de Bienestar, más la distancias desde el de Router Bienestar y el Router del Edificio de Ingeniería Ambiental, esto resultaría una distancia total de 427 Metros. Este enlace tampoco supera los 500 Metros y necesita un ancho de banda de 9,1 MB que serían 81,9 Mbps. También se aprovecharía la velocidad máxima de la fibra.

#### **4.5.1.4 ENLACE ENTRE EL ROUTER PRINCIPAL Y EL ROUTER DEL EDIFICIO DE CARRERA DE AGROINDUSTRIA Y TALLERES AGROINDUSTRIALES.**

Para sacar la distancia es necesario sumar la distancia entre el Edificio de Computación y la del edificio de Bienestar más la que hay de Ingeniería Ambiental hasta llegar a Agroindustria, esta da aproximadamente 649 Metros. Para esta edificación y se necesita un ancho de banda de 7,43 MB que resultaría una velocidad de transmisión de 59,44 Mbps, este tipo de fibra puede transmitir como máximo a 100 Mbps a una distancia de 2 Kilómetros, por lo que se consideraría suficiente con este enlace.

#### **4.5.1.5 ENLACE ENTRE EL ROUTER PRINCIPAL Y EL ROUTER DEL EDIFICIO DE BIBLIOTECA Y POSGRADO.**

La distancia entre estos dos dispositivos es aproximadamente de 73 Metros y se requiere de un ancho de banda de 9,02 MB que sería 72,16 Mbps, entonces también se considera más que suficiente las capacidades de la fibra para este enlace.

#### **4.5.1.6 ENLACE ENTRE EL ROUTER PRINCIPAL Y EL ROUTER DEL EDIFICIO DE LA CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA.**

La distancia entre estos dos dispositivos es de 880 Metros, ya que se tendría que sumar la distancia que hay entre el Router del Edificio de la carrera de Computación y el de Biblioteca y la distancia de Biblioteca hasta el Router del edificio de la carrera de Medicina Veterinaria, el ancho de banda que se requiere es de 8,35 MB que requerirían una velocidad de transmisión de 66,8 Mbps.

#### **4.5.1.7 ENLACE ENTRE EL ROUTER PRINCIPAL Y EL ROUTER DEL EDIFICIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA.**

Aquí tendría que sumarse la distancia que hay entre el Router principal hasta el Router de la Carrera de medicina Veterinaria más la distancia de Veterinaria hasta el Router de la Carrera de Agrícola que resultaría 1059 Metros. En esta edificación se requiere un ancho de banda de 6,42 MB que requeriría una velocidad de transmisión de 51,36 Mbps, entonces al no superan los 2 Kilómetros este enlace, se asume que

para esta distancia la velocidad de transmisión de la fibra sigue siendo superior a los 100 Mbps.

#### **4.5.2 EQUIPAMIENTO**

La elección del equipamiento que se propone para este modelo de red convergente debe de cumplir con cierta normativa. Estos equipos deben soportar Calidad de Servicio (QoS) para ello se ha pensado en incluir equipos Cisco tales como el Router Cisco MWR 2941-dc, el cual posee cuatro puertos Ethernet con velocidades de 100/1000 RJ-45 y dos puertos 1000 SFP Gigaabits Ethernet en los cuales soportan fibra Monomodo y Multimodo de 6 a 12 hilos (Cisco, 2015). En el anexo número 9 se dan las especificaciones técnicas de este equipo.

#### **4.5.3 ESTABLECIMIENTO DE RUTAS PARA LA RED**

Para establecer el direccionamiento de la red cableada de la nueva infraestructura convergente del Campus Politécnico de la ESPAM – MFL, se tuvo que emplear 14 subredes en total, de las cuales 7 se emplean para la interconexión entre los diferentes edificios y 7 que se utilizan para especificar las estaciones de trabajo que estarán en la LAN de cada edificio. A continuación se detalla el número de IP que se necesita para cada subred donde se puede identificar la red, el rango estimado de direcciones, la puerta de enlace, el BROADCAST y la máscara de red. El anexo número 6 se especifica la dirección IP de cada equipo (Teléfono IP, PC, AP, Cámara IP).



**Tabla 17:** Distribución de Direcciones IP

**Fuente:** Autor

<b>DIRECCIONAMIENTO ESTIMADO PARA EL MODELO DE RED CONVERGENTE</b>												
<i>RED</i>	Conexiones Actuales	Conexiones Usadas	Teléfonos Requeridos	Conex. Adic. Para Telf. IP	Total Direcciones IP	10% para Crecimiento de la red	Total Direcciones IP	RED	RANGO DE HOST	GATEWAY	BOADCAST	MASCARA
<b>Computación</b>	179	151	23	20	199	40	239	192.168.1.0	192.168.1.1 - - 192.168.1.239	192.168.8.1	192.168.1.239	255.255.255.16
<b>Biblioteca y Posgrado</b>	144	61	18	10	154	31	185	192.168.2.0	192.168.2.1 - - 192.168.2.185	192.168.2.1	192.168.2.185	255.255.255.70
<b>Ambiental</b>	86	61	28	18	104	21	125	192.168.3.0	192.168.3.1 - - 192.168.2.125	192.168.2.1	192.168.2.125	255.255.255.130
<b>Agroindustria</b>	86	50	20	16	102	20	122	192.168.4.0	192.168.4.1 - - 192.168.4.122	192.168.4.1	192.168.4.122	255.255.255.133
<b>Veterinaria</b>	70	56	25	21	91	18	109	192.168.5.0	192.168.5.1 - - 192.168.5.109	192.168.5.1	192.168.5.109	255.255.255.146
<b>Bienestar</b>	84	43	8	5	89	18	107	192.168.6.0	192.168.6.1 - - 192.168.6.107	192.168.6.1	192.168.6.107	255.255.255.148
<b>Agrícola</b>	57	44	19	16	73	15	88	192.168.7.0	192.168.7.1 - - 192.168.7.88	192.168.7.1	192.168.7.88	255.255.255.167
<b>Computación y Biblioteca</b>	2	2	0	4	4	0	4	192.168.8.0	192.168.8.1 - - 192.168.8.3	-----	192.168.8.3	255.255.255.252
<b>Computación y Bienestar</b>	2	2	0	4	4	0	4	192.168.9.0	192.168.9.1 - - 192.168.9.3	-----	192.168.9.3	255.255.255.252
<b>Bienestar y Ambiental</b>	2	2	0	4	4	0	4	192.168.10.0	192.168.10.1 - - 192.168.10.3	-----	192.168.10.3	255.255.255.252
<b>Ambiental y Agroindustria</b>	2	2	0	4	4	0	4	192.168.11.0	192.168.11.1 - - 192.168.11.3	-----	192.168.11.3	255.255.255.252
<b>Agroindustria y Agrícola</b>	2	2	0	4	4	0	4	192.168.12.0	192.168.12.1 - - 192.168.12.3	-----	192.168.12.3	255.255.255.252
<b>Agrícola y Veterinaria</b>	2	2	0	4	4	0	4	192.168.13.0	192.168.13.1 - - 192.168.13.3	-----	192.168.13.3	255.255.255.252
<b>Veterinaria Y Biblioteca</b>	2	2	0	4	4	0	4	192.168.14.0	192.168.14.1 - - 192.168.14.3	-----	192.168.14.3	255.255.255.252

#### 4.5.4 DEFINICIÓN DEL SERVIDOR DE TELEFONÍA IP

En la elección del servidor de Telefonía IP, se ha optado por Elastix, este es un software de código abierto para el establecimiento comunicaciones unificadas. Pensando en este concepto el objetivo de Elastix es el de incorporar en una única solución todos los medios y alternativas de comunicación existentes en el ámbito empresarial.

##### 4.5.4.1 COMUNICACIÓN UNIFICADA CON ELASTIX

El proyecto Elastix se inició como una interfaz de reportación para llamadas de Asterisk y fue liberado en Marzo del 2006. La telefonía es el medio tradicional que ha liderado las comunicaciones durante el siglo pasado, las empresas y usuarios centralizan los requerimientos en sus necesidades de establecer telefonía en su organización confundiendo comunicaciones unificadas con equipos destinados a ser centrales telefónicas. Sin embargo Elastix no solamente provee telefonía, integra otros medios de comunicación para hacer más eficiente y productivo su entorno de trabajo (Elastix, n.d.).

**Figura 31:** Elastix, comunicación unificada.  
**Fuente:** (Elastix, n.d.).



##### 4.5.4.2 CARACTERÍSTICAS DE ELASTIX

Cada día existen nuevas formas de comunicarnos, y la adición de características y funcionalidades debe ser constante. Elastix es capaz de crear un ambiente eficiente

en su organización con la suma de múltiples características, y permite integrar otras locaciones para centralizar las comunicaciones de su empresa y llevarlas a niveles globales (Elastix, n.d.). A continuación se detallan las características más importantes.

- ✓ Correo de Voz
- ✓ Fax-a-Email
- ✓ Soporte para softphones
- ✓ Interfase de configuración Web
- ✓ Sala de conferencias virtuales
- ✓ Grabación de llamadas
- ✓ Least Cost Routing
- ✓ Roaming de Extensiones
- ✓ Interconexión entre PBXs
- ✓ Integración con servicios externos (CRM, Bases de Datos, etc.)
- ✓ Reportación avanzada
- ✓ Market Place con desarrollos adicionales

#### 4.5.4.3 LICENCIAMIENTO DE ELASTIX

Elastix es una herramienta empresarial de código abierto distribuida bajo la licencia GPLv2. Se tiene libertad de usarlo para uso comercial o personal y su uso está sujeto a las condiciones descritas en la licencia. Las versiones disponibles de Elastix son completas y sin limitación de características o uso (Elastix, n.d.).

#### 4.5.5 ESPECIFICACIÓN DE EXTENSIONES PARA LA TELEFONÍA IP

Para determinar las extensiones que se utilizaran para cada teléfono, se especificó utilizar 7 prefijos para cada una de las subredes de los diferentes edificios, por ejemplo: para Computación cuya red es la 192.168.1.0, se utilizara el prefijo 1XXX y las extensiones desde la 001 hasta la 023, total 23 teléfonos IP. A continuación se describe el uso de los prefijos y extensiones en cada una de las subredes.

**Tabla 18:** Distribución de Direcciones IP

**Fuente:** Autor

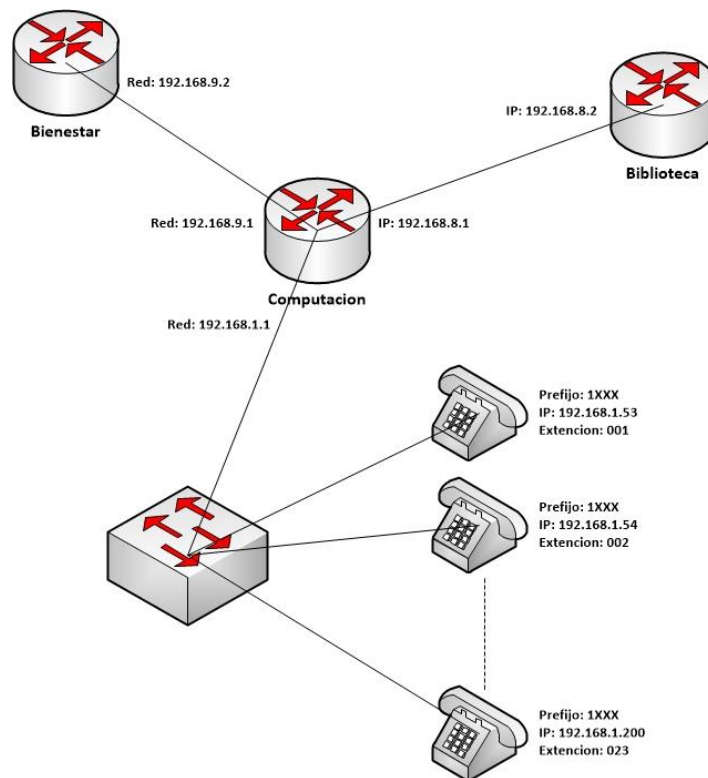
RED	PREFIJO	EXT.
AMBIENTAL (192.168.3.0)	3XXX	001
		II
		028

AGROINDUSTRIA (192.168.4.0)	4XXX	001
		II
		020
BIENESTAR (192.168.6.0)	6XXX	001
		II
		008
COMPUTACIÓN (192.168.1.0)	1XXX	001
		II
		023
Biblioteca Y Posgrado (192.168.2.0)	2XXX	001
		II
		018
AGRÍCOLA (192.168.7.0)	7XXX	001
		II
		019
VETERINARIA (192.168.5.0)	5XXX	001
		II
		025

#### 4.5.6 ESPECIFICACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE SERVICIO EN LOS ENLACES DE SALIDA.

Para la especificación de los parámetros de calidad de servicio, se ha tomado como ejemplo los enlaces de salida de la red de Computación, esta interconecta la red de Biblioteca y la red de Bienestar. En la siguiente imagen se detalla las redes que interconecta y la dirección de la LAN con sus respectivas direcciones.

**Figura 32:** Rutas de salida y LAN de la red de Computación.  
**Fuente:** Autor.



#### 4.5.6.1 DEFINICIÓN DE UNA ACL EXTENDIDA

Se utiliza el siguiente código para crear una ACL Extendida con el propósito de permitir el tráfico UDP desde la red de computación que es 192.168.1.0 con máscara 255.255.255.16 hacia cualquier otra dirección o red, según la página oficial de ELASTIX, esto se lo realizara por el puerto 5060 que es el que para la comunicación de telefonía IP **Fuente especificada no válida..** A continuación el código de la ACL Extendida.

```
Router(config)#access-list 100 permit udp 192.168.1.0 0.0.0.239 any eq 5060
```

#### 4.5.6.2 POLÍTICAS Y MARCAJE DE PAQUETES

Para realizar el marcaje de paquete se crean dos clases a las cuales se les aplicara calidad de servicio, estas clases se llaman voice-in que va a hacer match a la ACL 100 la cual filtra el tráfico de voz IP mediante el puerto 5060, también se crea la clase email-in que hace match al protocolo propiamente de ese tráfico que es smtp. A continuación se presenta el código para el marcaje de paquetes.

```
Router(config)#class-map voice-in
Router(config-cmap)#match access-group 100
!
Router(config)#class-map email-in
Router(config-cmap)#match protocol smtp
```

Se aplican políticas a al tráfico antes marcado para asignarle un encolamiento. Para la clase voice-in, se utiliza DSCP que es una mejora para IP QoS ya que aumenta la flexibilidad y la capacidad de clases de tráfico, se le asigna el encolamiento en Software Expedited Forwarding (EF) que tiene la prioridad más alta en encolamiento garantizando un retardo mínimo al tráfico de voz (Chafra, Clasificación y Marcaje, 2014). A la clase email-in se le aplica un encolamiento AF41 que tiene una prioridad más baja de igual garantía puede garantizar el ancho de banda.

```
Router(config)#policy-map class-mark
Router(config-pmap)#class voice-in
Router(config-pmap-c)#set ip dscp ef
Router(config-pmap)#class email-in
Router(config-pmap-c)#set ip dscp af41
```

Finalmente se le aplica la política a la interface del Router que interconecta a los dispositivos de la LAN.

```
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#service-policy input class-mark
```

#### **4.5.6.3 MARCAJE DE PAQUETES Y POLÍTICAS DE CLASES**

Se establecen dos clases llamada voice-out y email-out, donde a la primera se le aplica un encolamiento DSCP EF para que tenga la prioridad de encolamiento en Software más alta, y la otra, se le aplica a la segunda clase el encolamiento AF41 que garantizara en ancho de banda mínimo a los servicios de correo. El código se muestra a continuación.

```
Router(config)#class-map voice-out
Router(config-cmap)#match ip dscp ef
Router(config)#class-map email-out
Router(config-cmap)#match ip dscp af41
```

Se crea una política llamada qos-policy para establecer mediante el mecanismo de servicios diferenciados, donde se dará prioridad a la clase voice-out que tendrá un ancho de banda de 2000 Kbps (se tomó el AB más alto de la Tabla 14 = 0,24 MB) , también se asignará un ancho de banda mínimo para la clase email-out que será de 600 Kbps (Correo electrónico = 22.18 Kbps más Transferencia de Archivos = 549,33 Kbps) ver Tabla 11 y por último se utiliza la clase default para que el resto de aplicaciones tomen el ancho de banda que sobra.

```
Router(config)#policy-map qos-policy
Router(config-pmap)#class voice-out
Router(config-pmap-c)#priority 2000
Router(config-pmap)#class email-out
Router(config-pmap-c)#bandwidth 600
Router(config-pmap)#class class-default
Router(config-pmap-c)#fair-queue
```

Esta política se aplica ambas interfaces de salida del Router de Computación como son Biblioteca y Bienestar.

```
Router(config)#interface Gigabit Ethernet 0/1
Router(config-if)#service-policy output qos-policy
Router(config)#interface Gigabit Ethernet 0/2
Router(config-if)#service-policy output qos-policy
```

## CAPÍTULO V

### 5 CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- ✓ Según el levantamiento de información que se hizo, la red cableada cumple con estándares vigentes, la fibra óptica multimodo de índice gradual de 50/125  $\mu m$  soportaría la hora pico con la transmisión de voz y datos, al tener que transmitir voz, siendo este sensible al retardo.
- ✓ Los 80 MB que hay de ancho de banda del servicio de Internet que ofrece el proveedor de CNT abastece la demanda del consumo de internet, se puede satisfacer el servicio de navegación preferencial para cada usuario en todos los edificios del Campus Politécnico.
- ✓ Se han establecido dos tipos de clases en las cuales se puede diferenciar los diferentes tipos de tráfico para la LAN como son: clase voice-in que tiene encolamiento DSCP EF para priorizar el tráfico de voz según el filtrado de paquetes en el puerto 5060 por una ACL, también se creó la clase email-in con un encolamiento DSCP AF41 para garantizar el ancho de banda del tráfico SMTP.
- ✓ En las interfaces de salida donde interconecta las diferentes redes del campus politécnico, se han definido tres clases: la clase voice-out con una prioridad de tráfico de 2000 kbps, se determinó ese valor escogiendo el ancho de banda máximo requerido en la telefonía IP en todo el campus politécnico que es de 0,24 MB que sería igual a  $0,24 \text{ MB} \times 1000 \text{ KB} \times 8 \text{ bits} = 1920 \text{ Kbps}$ , también se creó la clase email-out en la cual se garantiza un ancho de banda de 600 Kbps que se sacó sumando 22,18 Kbps del servicio de correo electrónico más los 549,33 Kbps del servicio de transferencia de archivos, por último se emplea la clase class-default con ancho de banda fair-queue para que le asigne al tráfico Best Effort el ancho de banda que sobra.



- ✓ El tráfico total estimado en la hora pico para el nuevo modelo de red convergente es 68,92 MB, este se sacó sumado 67,69 MB de los servicios de internet más 1,23 MB del servicio para telefonía IP que llevados a Kbps serian igual a  $68,92 \text{ MB} \times 1000 \text{ KB} \times 8 \text{ bits} = 689,75 \text{ Kbps}$ .

## 5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Mejorar el cableado estructurado para las conexiones que van desde cada uno de los Router al Switch de distribución, se podría utilizar UTP Categoría 6a ya que este cable tiene velocidades que van de 100 Mbps, 1 Gbs, 10 Gbs.
- ✓ Realizar una reestructuración de los 80 MB de ancho de banda de internet para que equitativamente sea repartido a las diferentes edificaciones dependiendo del número de usuarios. El autor propone la siguiente distribución.

**Tabla 19:** Ancho de Banda Recomendado

**Fuente:** Autor

✓ Edificios	AB DISPONIBLE	AB REQUERIDO (PREFERENCIAL)	AB RECOMENDADO
Carrera de Agroindustria, Talleres Agroindustriales	10 MB	7,26 MB	9 MB
Carrera de Computación	20 MB	22,08 MB	25 MB
Biblioteca, Posgrado	10 MB	8,86 MB	10 MB
Carrera de Ingeniería Agrícola	10 MB	6,25 MB	8 MB
Carrera de Ingeniería Ambiental	10 MB	8,86 MB	10 MB
Carrera de Medicina Veterinaria	10 MB	8,13 MB	10 MB
Vicerrectorado de Bienestar y Extensión, Hotel Higuerón, Nivelación	10 MB	6,25 MB	8 MB
<b>TOTAL</b>	<b>80 MB</b>	<b>67,69 MB</b>	<b>80 MB</b>

- ✓ Se debe tomar en cuenta que los enlaces cableados más distante como los que hay desde la red de Agroindustrias a la red de Agrícola que es aproximadamente de 1051 Metros y el otro enlace que hay desde la red de Veterinaria hasta la red de Biblioteca que es de 807 Metros. Se debería utilizar regeneradores ópticos a la mitad de cada uno de estos enlace ya que la

fibra óptica utilizada puede transmitir a 1Gbps en distancias de hasta 500 metros.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- Audin, G. (01 de 10 de 2004). *Architectures For Convergence*. Obtenido de Architectures For Convergence: [http://www.tmcnet.com/channels/sip/sip-articles/bcr\\_audin\\_architecture.pdf](http://www.tmcnet.com/channels/sip/sip-articles/bcr_audin_architecture.pdf)
- Avila, K. (s.f.). *Almacenamiento Magnetico*. Recuperado el 02 de 06 de 2016, de Almacenamiento Magnetico: <http://www.cavsi.com/preguntasrespuestas/que-son-dispositivos-de-almacenamiento-magnetico/>
- Butler, J., & Morrow, M. (2015). *IP Networks and Their Evolution*. Obtenido de IP Networks and Their Evolution: [https://www.itu.int/osg/spu/tnt/Documents/Day\\_one\\_afternoon/BUTLER.pdf](https://www.itu.int/osg/spu/tnt/Documents/Day_one_afternoon/BUTLER.pdf)
- Carrera Valle, S. G. (2010). *DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO Y DE LA RED WIRELESS LAN PARA LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO EDUCADORES DE TUNGURAHUA*. AMBATO: UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/116/1/t537e.pdf>
- Chafla, J. F. (01 de 09 de 2014). *CALCULO DE LOS REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Chafla, J. F. (9 de 01 de 2014). *Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Chafla, J. F. (11 de 01 de 2014). *Clasificacion y Marcaje*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Chafla, J. F. (2014). *CODIFICACION BASICA DE VOZ: CONVERSIÓN ANALÓGICA A DIGITAL*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- CISCO. (26 de 07 de 2002). *Multiprotocol Label Switching (MPLS) on Cisco Routers*. Obtenido de Multiprotocol Label Switching (MPLS) on Cisco Routers: [http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/12\\_0s/feature/guide/fs\\_rtr22.html](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/12_0s/feature/guide/fs_rtr22.html)
- Cisco. (13 de 03 de 2015). *Cisco MWR 2941-DC Mobile Wireless Router*. Obtenido de Cisco MWR 2941-DC Mobile Wireless Router: [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/mwr-2900-series-mobile-wireless-routers/data\\_sheet\\_c78-419853.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/mwr-2900-series-mobile-wireless-routers/data_sheet_c78-419853.html)
- CISCO. (s.f.). *AGRICOM Y TELEFONIA IP*. Recuperado el 03 de 01 de 2016, de [http://www.cisco.com/c/dam/global/es\\_mx/solutions/small-business/Historia\\_Agricom.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/small-business/Historia_Agricom.pdf)

- CISCO. (s.f.). *Cisco 10000 Series Routers*. Recuperado el 22 de 06 de 2016, de Cisco 10000 Series Routers: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/10000-series-routers/index.html>
- CISCO. (s.f.). *Cisco 10720 Internet Router*. Recuperado el 22 de 06 de 2016, de Cisco 10720 Internet Router: [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/10720-router/product\\_data\\_sheet09186a0080091b6b.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/10720-router/product_data_sheet09186a0080091b6b.html)
- CISCO. (s.f.). *Cisco 12000 Series Routers*. Recuperado el 19 de 06 de 2016, de Cisco 12000 Series Routers: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/12000-series-routers/index.html>
- Cisco. (s.f.). *Cisco 1900 Series Integrated Services Routers*. Recuperado el 07 de 08 de 2016, de Cisco 1900 Series Integrated Services Routers: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/1900-series-integrated-services-routers-isr/index.html>
- CISCO. (s.f.). *Cisco 7200 Series Routers*. Recuperado el 18 de 06 de 2016, de Cisco 7200 Series Routers: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/7200-series-routers/index.html>
- CISCO. (s.f.). *Cisco 7500 Series Router*. Recuperado el 19 de 06 de 2016, de Cisco 7500 Series Router: [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/7500-series-routers/product\\_data\\_sheet0900aecd800f5542.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/7500-series-routers/product_data_sheet0900aecd800f5542.html)
- CISCO. (s.f.). *Multiprotocol Label Switching*. Recuperado el 11 de 06 de 2016, de Multiprotocol Label Switching: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/ios-nx-os-software/multiprotocol-label-switching-mpls/index.html>
- CISCO. (s.f.). *Multiprotocol Label Switching (MPLS)*. Recuperado el 22 de 05 de 2016, de Multiprotocol Label Switching (MPLS): <http://www.cisco.com/c/en/us/products/ios-nx-os-software/multiprotocol-label-switching-mpls/index.html>
- CISCO. (s.f.). *Preguntas frecuentes sobre MPLS para principiantes*. Recuperado el 16 de 06 de 2016, de Preguntas frecuentes sobre MPLS para principiantes: [http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/102/1023/1023775\\_mpls\\_faq\\_4649.pdf](http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/102/1023/1023775_mpls_faq_4649.pdf)
- CISCO. (s.f.). *Resource Reservation Protocol (RSVP)*. Recuperado el 11 de 06 de 2016, de Resource Reservation Protocol (RSVP): <http://www.cisco.com/c/en/us/products/ios-nx-os-software/resource-reservation-protocol-rsvp/index.html>

- CNT. (s.f.). *Corporacion Nacional De Telecomunicaciones*. (Gobierno Nacional de la República de Ecuador) Recuperado el 2016 de 02 de 24, de [http://soy.cnt.com.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=192&Itemid=17](http://soy.cnt.com.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=192&Itemid=17)
- Delfino, A., Rivero, S., & San Martín, M. (s.f.). *Ingeniería de Tráfico en Redes MPLS*. Recuperado el 18 de 06 de 2016, de Ingeniería de Tráfico en Redes MPLS: [http://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/artes/fce/net-te/Ingenieria\\_de\\_Trafico\\_en\\_Redres\\_MPLS.pdf](http://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/artes/fce/net-te/Ingenieria_de_Trafico_en_Redres_MPLS.pdf)
- Downing, J. N. (2004). *Fiber Optic Communications*. Cengage Learning.
- Elastix. (s.f.). *Informacion de Elastix*. Recuperado el 28 de 08 de 2016, de Informacion de Elastix: <http://www.elastix.org/informacion/>
- Fajardo, M., & Marcela, Á. (01 de 05 de 2012). *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. Obtenido de Ciencia e Ingeniería Neogranadina: <http://www.redalyc.org/pdf/911/91101407.pdf>
- Fjellskål, E. B., & Solberg, S. (05 de 2002). *Evaluation of Voice over MPLS (VoMPLS) compared to Voice over IP (VoIP)* . Obtenido de Evaluation of Voice over MPLS (VoMPLS) compared to Voice over IP (VoIP) : [https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/137386/master\\_ikt\\_2002\\_fjellskaal.pdf?sequence=1](https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/137386/master_ikt_2002_fjellskaal.pdf?sequence=1)
- Gil Cabezas, J. (2009). *PROTOCOLO DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL*. Recuperado el 11 de 06 de 2016, de PROTOCOLO DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL: <http://www.uco.es/~i62gicaj/RTP.pdf>
- Gómez Valdivia, J. R. (10 de 06 de 2005). *MPLS Y SU APLICACIÓN EN REDES PRIVADAS VIRTUALES (L2VPNs Y L3VPNs)*. Obtenido de MPLS Y SU APLICACIÓN EN REDES PRIVADAS VIRTUALES (L2VPNs Y L3VPNs): [http://www.laccei.org/LACCEI2005-Cartagena/Papers/IT083\\_MolinerPena.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2005-Cartagena/Papers/IT083_MolinerPena.pdf)
- Huston, G. (07 de 2001). *Best Efforts Networking*. Obtenido de Best Efforts Networking: <http://www.potaroo.net/ispcol/2001-09/2001-09-best.pdf>
- Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones. (2005). *ETSI EG 202 057-4 V1.1.1*. Sophia Antipolis Cedex: ETSI.
- Jaydip Sen; Tata Consultancy Services Ltd. (07 de 2009). *CONVERGENCE AND NEXT GENERATION NETWORKS*. Recuperado el 10 de 03 de 2016, de CONVERGENCE AND NEXT GENERATION NETWORKS: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1012/1012.2524.pdf>

- Lehr, D. W., & Chapin, J. M. (03 de 2013). *On the Convergence of Wired and Wireless Access Network Architectures*. Obtenido de On the Convergence of Wired and Wireless Access Network Architectures:  
[https://www.researchgate.net/publication/222579239\\_On\\_the\\_convergence\\_of\\_wired\\_and\\_wireless\\_access\\_network\\_architectures](https://www.researchgate.net/publication/222579239_On_the_convergence_of_wired_and_wireless_access_network_architectures)
- Medina, Y. (s.f.). *TELEPROCESO Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS*. Recuperado el 08 de 08 de 2016, de TELEPROCESO Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS:  
<http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/TraficoRedes.pdf>
- Medina, Y. (s.f.). *Trafico de Redes*. Recuperado el 11 de 06 de 2016, de Trafico de Redes:  
<http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/TraficoRedes.pdf>
- Mejía Fajardo, Á. M. (14 de 11 de 2004). *Ciencia e Ingeniería Neogranadina, CONVERGED NETWORKS*. (U. M. Granada, Ed.) Recuperado el 27 de 05 de 2016, de CONVERGED NETWORKS: <http://www.redalyc.org/pdf/911/91101407.pdf>
- Mejia Fajardo, A. (s.f.). *Redes Convergentes*. (Fundacion Dialnet) Recuperado el 2016 de 02 de 20, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2332462>
- MikroTik. (s.f.). *Product specifications RB1100AHx2*. Recuperado el 07 de 08 de 2016, de Product specifications RB1100AHx2: <http://routerboard.com/about>
- MULTICOM. (s.f.). *Cat5 vs Cat6 Cable*. Recuperado el 10 de 07 de 2016, de Cat5 vs Cat6 Cable: <http://www.multicominc.com/training/technical-resources/cat5-vs-cat6-cable/>
- Muscatello, J., Martin, J., Wibowo, & 250, I. (20 de 04 de 2005). *Wired and Wireless Networks*. Obtenido de Wired and Wireless Networks: <https://www.iup.edu/>
- NEOTEO. (25 de 02 de 2010). *Utilizando la red eléctrica para transmitir datos*. Obtenido de Utilizando la red eléctrica para transmitir datos: <http://www.neoteo.com/19058-utilizando-la-red-electrica-para-transmitir>
- NETWORKS, S. (s.f.). *SG500X-48 CISCO MANAGED SWITCH*. Recuperado el 07 de 08 de 2016, de SG500X-48 CISCO MANAGED SWITCH:  
<http://www.storagenetworks.com/products/network/cisco/switches/sg500x-48.php>
- OECD Ministerial Meeting. (17 de 06 de 2008). *Convergence and Next Generation Networks*. Obtenido de Convergence and Next Generation Networks:  
<http://www.oecd.org/sti/ieconomy/40761101.pdf>
- OPTRAL. (09 de 12 de 2009). *Fibra óptica: Velocidad de transmisión y longitud de enlace*. Obtenido de Fibra óptica: Velocidad de transmisión y longitud de enlace:  
<http://www.c3comunicaciones.es/Documentacion/Alcance%20fo.pdf>

- Pinzón, C. C. (s.f.). *Medios de Transmisión*. Recuperado el 02 de 06 de 2016, de Medios de Transmisión: <https://www.emaze.com/@ALQITOZC/Medios-de-Transmision>
- Prado, A. (2013). *REDES DE BANDA ANCHA (MPLS)*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- QPCOM. (s.f.). *Gigabit Ethernet Switch*. Recuperado el 07 de 08 de 2016, de Gigabit Ethernet Switch:  
[http://www.qpcom.com/Portals/116/web2/CATALOGO/CATALOGO%20ESPANOL/QP7024B\\_Spec.pdf](http://www.qpcom.com/Portals/116/web2/CATALOGO/CATALOGO%20ESPANOL/QP7024B_Spec.pdf)
- Ramirez E, D. (2014). *CODIFICACION BASICA DE VOZ: CONVERSION ANALOGICA A DIGITAL*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ramirez E, D. (2014). *VoIP*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ramirez E, D. (2014). *Voz Digital*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Rincón, R. D. (s.f.). *INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS DE TRÁFICO PARA REDES DE BANDA ANCHA*. Recuperado el 11 de 06 de 2016, de INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS DE TRÁFICO PARA REDES DE BANDA ANCHA:  
<file:///C:/Users/frank/Downloads/178762-240392-1-PB.pdf>
- Romero Ternero, M. (2004). *Seguridad en redes y protocolos asociados*. Obtenido de Seguridad en redes y protocolos asociados:  
<http://www.dte.us.es/personal/mcromero/docs/ip/tema-seguridad-IP.pdf>
- Romero Ternero, M. (2009). *Calidad de Servicio (QoS) en redes*. Obtenido de Calidad de Servicio (QoS) en redes:  
<http://www.dte.us.es/personal/mcromero/masredes/docs/SMARD.0910.qos.pdf>
- SERVICOM. (s.f.). *SERVICOM "TECNOLOGIA A SU SERVICIO"*. (SERVICOM) Recuperado el 2016 de 02 de 20, de SERVICOM "TECNOLOGIA A SU SERVICIO":  
<http://pt.slideshare.net/danielmiyagi/fundamentos-de-telecomunicaciones-33872144>
- Steenbergen, R. A. (s.f.). *MPLS for Dummies*. Recuperado el 11 de 06 de 2016, de MPLS for Dummies: <https://www.nanog.org/meetings/nanog49/presentations/Sunday/mpls-nanog49.pdf>
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2012). *Redes de Computadoras* (Quinta ed.). Mexico: PEARSON.
- TAPASCO GARCIA, M. O. (2008). *MPLS, EL PRESENTE DE LAS REDES IP*. Obtenido de MPLS, EL PRESENTE DE LAS REDES IP:  
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1311/1/0046T172.pdf>

Telecomunicaciones, U. I. (16 de 03 de 2011). *Recomendación G.651*. Obtenido de Recomendación G.651: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.651/es>

TP-LINK. (s.f.). *USER GUIDE TL - SL5428*. Recuperado el 07 de 08 de 2016, de USER GUIDE TL - SL5428: <http://www.tp-link.com/resources/software/20081219163917.pdf>



## 7 ANEXOS

### 7.1 ANEXO 1: Matriz de recolección de datos de la red cableada.

**Tabla 20:** Ficha de recolección de datos

**Fuente:** Autor

Edificios	Oficina o Laboratorio	Nro. de Conexiones	Conexiones Usadas	Necesidad de Telefonía IP	Nr. de Teléfonos	Conex. Adic. Para Telf. IP	Tipo de Conexión	Velocidad
<b>TALLER AGROINDUSTRIAL</b>	Coordinación de taller de cárnicos	2	1	x	1	0	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Coordinación de taller de frutas y vegetales	2	2	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Coordinación de taller de harinas y balanceado.	2	2	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Coordinación de taller de lácteos	2	1	x	1	0	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Coordinación U.D.I.V	2	2	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
<b>CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL</b>	Auditorio de la Carrera de Ingeniería Ambiental	5	0				UTP-CAT 5	100 Mbps
	Aulas de la Carrera de Ingeniería Ambiental	30	20				UTP-CAT 5	100 Mbps
	Coordinación Administrativa	20	15	x	6	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Coordinación de Evaluación	5	5	x	2	2	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Cubículos para docentes.	12	12	x	12	12	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Dirección de Carrera de Agroindustria	3	2	x	2	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Dirección de Carrera de Ingeniería Ambiental	3	2	x	2	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Dirección de Carrera de Turismo	3	2	x	2	1	UTP-CAT 5	100 Mbps

	Secretaría de Vicerrectorado	2	1	x	1	0	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Vicerrectorado Académico	3	2	x	1	0	UTP-CAT 5	100 Mbps
<b>CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	Aulas de la Carrera de Agroindustria	30	20				UTP-CAT 5	100 Mbps
	Cubículos para docentes	12	12	x	12	12	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Laboratorio de Bromatología y Química Ambiental	5	4	x	1		UTP-CAT 5	100 Mbps
	Laboratorio de Microbiología	4	4	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Laboratorio de Química General	3	2	x	1		UTP-CAT 5	100 Mbps
	Laboratorios CAAI	22	0				UTP-CAT 5	100 Mbps
<b>VICERRECTORA DO DE BIENESTAR Y EXTENSIÓN</b>	Cooperativa ESPAM-MFL	10	6	x	2		UTP-CAT 5	100 Mbps
	Departamento de Tecnología	5	5	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Radio Politécnica de Manabí	4	4	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Departamento de Cultura	4	4	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Salón de Eventos Manuel Félix López	3	0				UTP-CAT 5	100 Mbps
<b>NIVELACIÓN</b>	Aulas de Nivelación	27	18				UTP-CAT 5e	1 Gbps
	Coordinación de Nivelación	4	4	x	2	2	UTP-CAT 5e	1 Gbps
<b>HOTEL HIGUERÓN</b>	Gerencia y Administración del Hotel	4	2	x	1		UTP-CAT 5e	1 Gbps
	Habitaciones	20	0				UTP-CAT 5e	1 Gbps
	Sala de Eventos	3	0				UTP-CAT 5e	1 Gbps
<b>CARRERA DE</b>	Auditorio carrera de Informática	3	1				UTP-CAT 6	1 Gbps

<b>COMPUTACIÓN</b>	Aulas de semestres de carrera	45	30				UTP-CAT 6	1 Gbps
	Coordinación de CAAI	4	3	x	2	1	UTP-CAT 6	1 Gbps
	Cubículo de Profesores	15	15	x	15	15	UTP-CAT 6	1 Gbps
	Data Center	5	5	x	2	2	UTP-CAT 6	1 Gbps
	Departamento Técnico de Informática	3	1	x	1		UTP-CAT 6	1 Gbps
	Dirección de Carrera de Computación	5	4	x	2	1	UTP-CAT 6	1 Gbps
	Laboratorios CAAI	86	86				UTP-CAT 6	1 Gbps
	Sala de Profesores	8	1				UTP-CAT 6	1 Gbps
	Unidad de Producción de Software	5	5	x	1	1	UTP-CAT 6	1 Gbps
<b>BIBLIOTECA</b>	Biblioteca	23	23	x	1	1	UTP-CAT 5e	1 Gbps
	Coordinación Académica	7	7	x	3	3	UTP-CAT 5e	1 Gbps
	Coordinación de Audiovisuales	4	3	x	1		UTP-CAT 5e	1 Gbps
	Coordinación de Idiomas	5	4	x	2	1	UTP-CAT 5e	1 Gbps
	Coordinación de Investigación	4	3	x	2	1	UTP-CAT 5e	1 Gbps
	Coordinación de Planificación	4	3	x	2	1	UTP-CAT 5e	1 Gbps
	Coordinación de Transporte	4	3	x	2	1	UTP-CAT 5e	1 Gbps
	Gestión de Talento Humano	5	5	x	2	2	UTP-CAT 5e	1 Gbps

	Secretaría de áreas	4	2	x	1		UTP-CAT 5e	1 Gbps
<b>POSGRADO</b>	Aulas de Posgrado	70	0				UTP-CAT 5e	1 Gbps
	Coordinación de Posgrado	5	2	x	2		UTP-CAT 5e	1 Gbps
	Laboratorios CAAI	9	6				UTP-CAT 5e	1 Gbps
<b>CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA</b>	Aulas de Agrícola y Administración de Empresas	30	20				UTP-CAT 5	100 Mbps
	Cubículos para docentes	12	12	x	12	12	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Departamento Técnico de Informática	3	2	x	1		UTP-CAT 5	100 Mbps
	Dirección de carrera de Ingeniería Agrícola	4	3	x	2	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Dirección de la carrera de Administración de Empresas	4	3	x	2	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Rectorado Campus	4	4	x	2	2	UTP-CAT 5	100 Mbps
<b>CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA</b>	Aulas de pecuaria y Administración Pública	30	20				UTP-CAT 5	100 Mbps
	Clínica veterinaria	2	1	x	1		UTP-CAT 5	100 Mbps
	Cubículos para docentes	12	12	x	12	12	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Dirección de la carrera de Administración Pública	4	3	x	2	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Dirección de la carrera de Medicina Veterinaria	4	3	x	2	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Hato bovino	2	2	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Hato porcino	2	2	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps

	Incubadora	1	1	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Laboratorio de biología molecular	3	2	x	1		UTP-CAT 5	100 Mbps
	Laboratorio de biotecnología	3	3	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Laboratorio de química	3	3	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Laboratorio de suelos	2	2	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps
	Laboratorio microbiología	2	2	x	1	1	UTP-CAT 5	100 Mbps

## 7.2 ANEXO 2: Ficha de encuesta acerca del tipo de servicio en cada Departamento, Laboratorio o Aulas de Clases.

**Tabla 21:** Servicios de red en la ESPAM - MFL

**Fuente:** Autor

DEPARTAMENTOS	Oficina o Laboratorio	Navegación Web	Correo Electrónico	Descarga de Documentos	Transf. de Archivos	Sistema de Consulta
<i>Edificio - Talleres Agroindustriales</i>	Coordinación de taller de cárnicos	X	X			
	Coordinación de taller de frutas y vegetales	X	X			
	Coordinación de taller de harinas y balanceado.	X	X			
	Coordinación de taller de lácteos	X	X			
	Coordinación U.D.I.V	X	X			
<i>Edificio - Carrera de Ingeniería Ambiental</i>	Auditorio de la Carrera de Ingeniería Ambiental	X				
	Aulas de la Carrera de Ingeniería Ambiental	X	X	X	X	X
	Coordinación administrativa	X	X	X	X	
	Coordinación de Evaluación	X	X	X	X	
	Cubículos para docentes.	X	X	X	X	
	Dirección de Carrera de Agroindustria	X	X	X	X	
	Dirección de Carrera de Ingeniería Ambiental	X	X	X	X	

	Dirección de Carrera de Turismo	X	X	X	X	
	Secretaría de Vicerrectorado	X	X	X	X	
	Vicerrectorado académico	X	X	X	X	
<i>Edificio - Carrera de Agroindustria</i>	Aulas de la Carrera de Agroindustria	X	X	X	X	X
	Cubículos para docentes	X	X	X	X	
	Laboratorio de Bromatología y Química Ambiental	X	X			
	Laboratorio de Microbiología	X	X			
	Laboratorio de Química General	X	X			
	Laboratorios CAAI	X	X	X	X	X
<i>Edificio – Vicerrectorado de Bienestar y Extensión</i>	Cooperativa ESPAM-MFL	X	X	X	X	
	Departamento de Tecnología	X	X			
	Radio Politécnica de Manabí	X	X			
	Departamento de Cultura	X	X	X	X	X
	Salón de Eventos Manuel Félix López	X				
<i>Edificio - Nivelación</i>	Aulas de Nivelación	X	X	X	X	
	Coordinación de Nivelación	X	X	X	X	
<i>Hotel Higuerón</i>	Gerencia y Administración del Hotel	X	X			
	Habitaciones	X				
	Sala de Eventos	X				
<i>Edificio – Carrera de Computación</i>	Auditorio carrera de Informática	X				
	Aulas de semestres de carrera	X	X	X	X	X
	Coordinación de CAAI	X	X	X	X	X
	Cubículo de Profesores	X	X	X	X	
	Data Center	X	X			

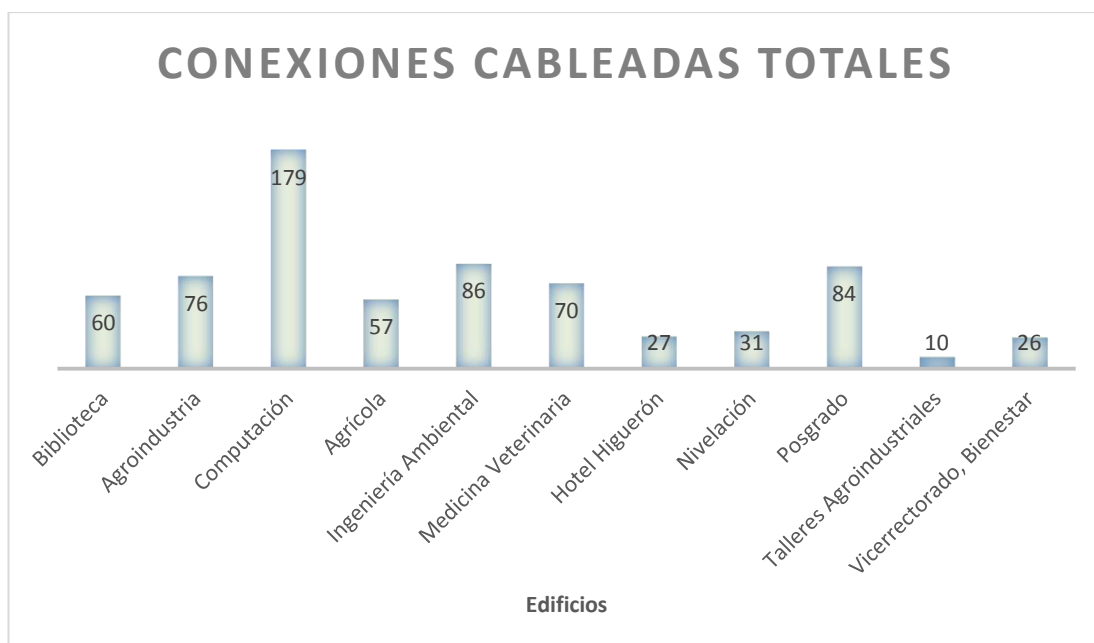
	Departamento Técnico de Informática	X	X			
	Dirección de Carrera de Computación	X	X	X	X	
	Laboratorios CAAI	X	X	X	X	X
	Sala de Profesores	X	X	X	X	
	Unidad de Producción de Software	X	X	X	X	X
<i>Edificio- Biblioteca</i>	Biblioteca	X	X	X	X	X
	Coordinación Académica	X	X	X	X	
	Coordinación de Audiovisuales	X	X	X	X	
	Coordinación de Idiomas	X	X	X	X	X
	Coordinación de Investigación	X	X	X	X	
	Coordinación de Planificación	X	X	X	X	
	Coordinación de Transporte	X	X	X	X	
	Gestión de Talento Humano	X	X	X	X	
	Secretaría de áreas	X	X	X	X	X
<i>Edificio- Posgrado</i>	Aulas de Posgrado	X	X	X	X	X
	Coordinación de Posgrado	X	X	X	X	
	Laboratorios CAAI	X	X	X	X	X
<i>Edificio – Carrera de Ingeniería Agrícola</i>	Aulas de la carrera de Agrícola y Adm. de Empresas	X	X	X	X	X
	Cubículos para docentes	X	X	X	X	
	Departamento Técnico de Informática	X	X	X	X	
	Dirección de carrera de Ingeniería Agrícola	X	X	X	X	
	Dirección de la carrera de Adm. de Empresas	X	X	X	X	
	Rectorado Campus	X	X	X	X	
<i>Edificio – Carrera de</i>	Aulas de pecuaria y administración pública	X	X	X	X	X

<i>Medicina Veterinaria</i>	Clínica veterinaria	X	X	X	X	
	Cubículos para docentes	X	X	X	X	
	Dirección de la carrera de Administración Pública	X	X	X	X	
	Dirección de la carrera de Medicina Veterinaria	X	X	X	X	
	Hato bovino	X	X			
	Hato porcino	X	X			
	Incubadora	X	X			
	Laboratorio de biología molecular	X	X	X	X	
	Laboratorio de biotecnología	X	X	X	X	
	Laboratorio de química	X	X	X	X	
	Laboratorio de suelos	X	X	X	X	
	Laboratorio microbiología	X	X	X	X	
<b>TOTAL</b>		<b>72</b>	<b>67</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>15</b>
<b>PORCENTAJE</b>		<b>28%</b>	<b>26%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>6%</b>



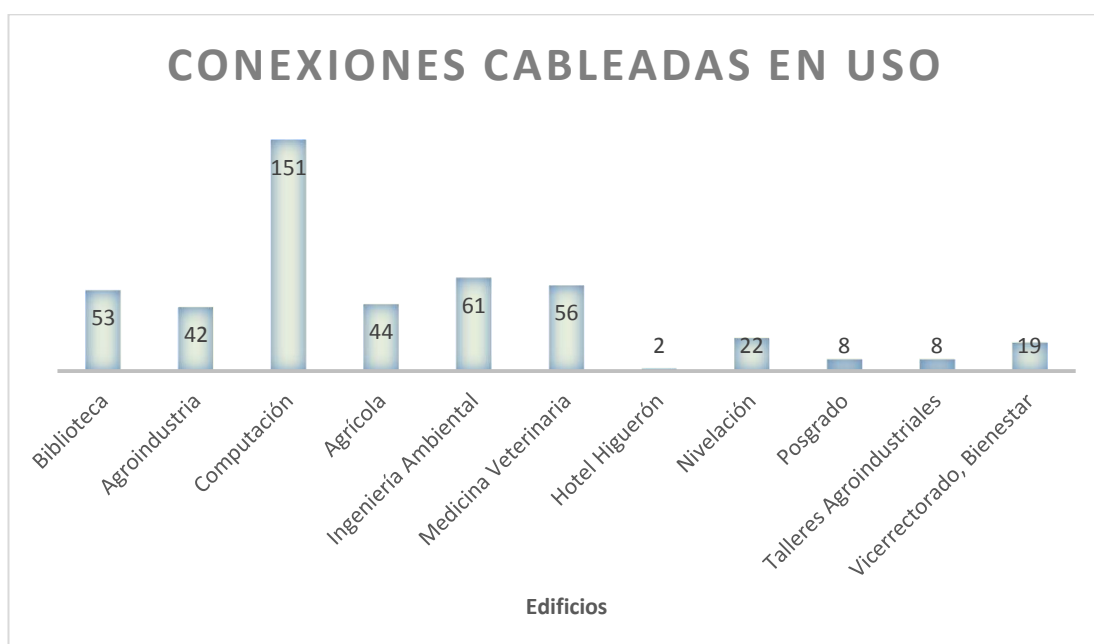
### 7.3 ANEXO 3: Conexiones cableadas disponibles actualmente.

**Grafico 6:** Conexiones cableadas disponibles  
**Fuente:** Autor



### 7.4 ANEXO 4: Conexiones cableadas utilizadas actualmente.

**Grafico 7:** Conexiones cableadas utilizadas  
**Fuente:** Autor



## 7.5 ANEXO 5: Variantes Ethernet sobre Fibras Ópticas más utilizadas.

**Tabla 22:** Variantes Ethernet sobre Fibras Ópticas  
**Fuente:** (OPTRAL, 2009)

Variante Ethernet	Velocidad	Medio	Distancia
100Base-Fx	100 Mbps	f.o. MM OM1 1300 nm	2 Km.
100Base-Lx	100 Mbps	f.o. SM 1310 nm	15 Km.
1000Base-Sx	1 Gbps	f.o. MM OM2 850 nm	500 m.
1000Base-Lx	1 Gbps	f.o. MM OM1/OM2 1300 nm	500 m.
1000Base-Lx	1 Gbps	f.o. SM 1310 nm	10 Km.
1000Base-Zx	1 Gbps	f.o. SM 1550 nm	80 Km.
10GBase-SR/SW	10 Gbps	F.O. MM OM3 850 nm	300 m.
10GBase-LR/LW	10 Gbps	f.o. SM 1310 nm	10-25 Km.
10GBase-Er/Ew	10 Gbps	f.o. SM 1550 nm	40-80 Km.

## 7.6 ANEXO 6: Detalle de la nueva infraestructura red convergente segmentada con IP fija.

**Tabla 23:** Distribución de IP  
**Fuente:** Autor

DIFICIOS	OFICINAS O LABORATORIOS	CONEXIÓN	RED	IP
Carrera de Ingeniería Ambiental	Auditorio de la Carrera de Ingeniería Ambiental	PC - 1	192.168.3.0	192.168.3.2
		PC - 2		192.168.3.3
		PC - 3		192.168.3.4
		PC - 4		192.168.3.5
		PC - 5		192.168.3.6
	Aulas de la Carrera de Ingeniería Ambiental	PC - 1		192.168.3.7
		PC - 2		192.168.3.8
		PC - 3		192.168.3.9
		PC - 4		192.168.3.10
		PC - 5		192.168.3.11
		PC - 6		192.168.3.12
		PC - 7		192.168.3.13
		PC - 8		192.168.3.14
		PC - 9		192.168.3.15
		PC - 10		192.168.3.16
		AP - 1		192.168.3.17
		AP - 2		192.168.3.18
		AP - 3		192.168.3.19
		AP - 4		192.168.3.20
		AP - 5		192.168.3.21

		AP - 6	192.168.3.22
		AP - 7	192.168.3.23
		AP - 8	192.168.3.24
		AP - 9	192.168.3.25
		AP - 10	192.168.3.26
		CAM. - 1	192.168.3.27
		CAM. - 2	192.168.3.28
		CAM. - 3	192.168.3.29
		CAM. - 4	192.168.3.30
		CAM. - 5	192.168.3.31
		CAM. - 6	192.168.3.32
		CAM. - 7	192.168.3.33
		CAM. - 8	192.168.3.34
		CAM. - 9	192.168.3.35
		CAM. - 10	192.168.3.36
	Coordinación administrativa	PC - 1	192.168.3.37
		PC - 2	192.168.3.38
		PC - 3	192.168.3.39
		PC - 4	192.168.3.40
		PC - 5	192.168.3.41
		PC - 6	192.168.3.42
		PC - 7	192.168.3.43
		PC - 8	192.168.3.44
		PC - 9	192.168.3.45
		PC - 10	192.168.3.46
		PC - 11	192.168.3.47
		PC - 12	192.168.3.48
		PC - 13	192.168.3.49
		AP - 1	192.168.3.50
		CAM. - 1	192.168.3.51
		TELF. IP - 1	192.168.3.52
		TELF. IP - 2	192.168.3.53
		TELF. IP - 3	192.168.3.54
		TELF. IP - 4	192.168.3.55
		TELF. IP - 5	192.168.3.56
		TELF. IP - 6	192.168.3.57
	Coordinación de Evaluación	PC - 1	192.168.3.58
		PC - 2	192.168.3.59
		PC - 3	192.168.3.60

		AP - 1	192.168.3.61
		CAM. - 1	192.168.3.62
		TELF. IP - 1	192.168.3.63
		TELF. IP - 2	192.168.3.64
	Cubículos para docentes.	PC - 1	192.168.3.65
		PC - 2	192.168.3.66
		PC - 3	192.168.3.67
		PC - 4	192.168.3.68
		PC - 5	192.168.3.69
		PC - 6	192.168.3.70
		PC - 7	192.168.3.71
		PC - 8	192.168.3.72
		PC - 9	192.168.3.73
		PC - 10	192.168.3.74
		PC - 11	192.168.3.75
		PC - 12	192.168.3.76
		TELF. IP - 1	192.168.3.77
		TELF. IP - 2	192.168.3.78
		TELF. IP - 3	192.168.3.79
		TELF. IP - 4	192.168.3.80
		TELF. IP - 5	192.168.3.81
		TELF. IP - 6	192.168.3.82
		TELF. IP - 7	192.168.3.83
		TELF. IP - 8	192.168.3.84
		TELF. IP - 9	192.168.3.85
		TELF. IP - 10	192.168.3.86
		TELF. IP - 11	192.168.3.87
		TELF. IP - 12	192.168.3.88
	Dirección de Carrera de Agroindustria	PC - 1	192.168.3.89
		PC - 2	192.168.3.90
		TELF. IP - 1	192.168.3.91
		TELF. IP - 2	192.168.3.92
	Dirección de Carrera de Ingeniería Ambiental	PC - 1	192.168.3.93
		PC - 2	192.168.3.94
		TELF. IP - 1	192.168.3.95
		TELF. IP - 2	192.168.3.96
	Dirección de Carrera de Turismo	PC - 1	192.168.3.97
		PC - 2	192.168.3.98
		TELF. IP - 1	192.168.3.99

		TELF. IP - 2		192.168.3.100	
	Secretaria de Vicerrectorado	PC - 1		192.168.3.101	
		TELF. IP - 1		192.168.3.102	
	Vicerrectorado académico	PC - 1		192.168.3.103	
		AP - 1		192.168.3.104	
		TELF. IP - 1		192.168.3.105	
	SIN ASIGNAR	SIN ASIGNAR			192.168.3.106
					192.168.3.107
					192.168.3.108
					192.168.3.109
					192.168.3.110
					192.168.3.111
					192.168.3.112
					192.168.3.113
					192.168.3.114
					192.168.3.115
					192.168.3.116
					192.168.3.117
					192.168.3.118
					192.168.3.119
					192.168.3.120
					192.168.3.121
					192.168.3.122
					192.168.3.123
					192.168.3.124
		BROADCAST		192.168.3.125	
EDIFICIOS	OFICINAS O LABORATORIOS	CONEXIÓN	RED	IP	
Carrera de Agroindustria y Talleres Agroindustriales		PC – 1	192.168.4.0	192.168.4.2	
		PC – 2		192.168.4.3	
		PC – 3		192.168.4.4	
		PC – 4		192.168.4.5	
		PC – 5		192.168.4.6	
		PC – 6		192.168.4.7	
		PC – 7		192.168.4.8	
		PC – 8		192.168.4.9	
		PC – 9		192.168.4.10	
		PC – 10		192.168.4.11	
		AP – 1		192.168.4.12	

		AP - 2	192.168.4.13
		AP - 3	192.168.4.14
		AP - 4	192.168.4.15
		AP - 5	192.168.4.16
		AP - 6	192.168.4.17
		AP - 7	192.168.4.18
		AP - 8	192.168.4.19
		AP - 9	192.168.4.20
		AP - 10	192.168.4.21
		CAM. - 1	192.168.4.22
		CAM. - 2	192.168.4.23
		CAM. - 3	192.168.4.24
		CAM. - 4	192.168.4.25
		CAM. - 5	192.168.4.26
		CAM. - 6	192.168.4.27
		CAM. - 7	192.168.4.28
		CAM. - 8	192.168.4.29
		CAM. - 9	192.168.4.30
		CAM. - 10	192.168.4.31
	Cubículos para docentes	PC - 1	192.168.4.32
		PC - 2	192.168.4.33
		PC - 3	192.168.4.34
		PC - 4	192.168.4.35
		PC - 5	192.168.4.36
		PC - 6	192.168.4.37
		PC - 7	192.168.4.38
		PC - 8	192.168.4.39
		PC - 9	192.168.4.40
		PC - 10	192.168.4.41
		PC - 11	192.168.4.42
		PC - 12	192.168.4.43
		TELF. IP - 1	192.168.4.44
		TELF. IP - 2	192.168.4.45
		TELF. IP - 3	192.168.4.46
		TELF. IP - 4	192.168.4.47
		TELF. IP - 5	192.168.4.48
		TELF. IP - 6	192.168.4.49
		TELF. IP - 7	192.168.4.50
		TELF. IP - 8	192.168.4.51

		TELF. IP - 9	192.168.4.52
		TELF. IP - 10	192.168.4.53
		TELF. IP - 11	192.168.4.54
		TELF. IP - 12	192.168.4.55
	Laboratorio de Bromatología y Química Ambiental	PC - 1	192.168.4.56
		PC - 2	192.168.4.57
		AP - 1	192.168.4.58
		CAM. - 1	192.168.4.59
		TELF. IP - 1	192.168.4.60
	Laboratorio de Microbiología	PC - 1	192.168.4.61
		PC - 2	192.168.4.62
		AP - 1	192.168.4.63
		CAM. - 1	192.168.4.64
		TELF. IP - 1	192.168.4.65
	Laboratorio de Química General	PC - 1	192.168.4.66
		CAM. - 1	192.168.4.67
		TELF. IP - 1	192.168.4.68
	Laboratorios CAAI	PC - 1	192.168.4.69
		PC - 2	192.168.4.70
		PC - 3	192.168.4.71
		PC - 4	192.168.4.72
		PC - 5	192.168.4.73
		PC - 6	192.168.4.74
		PC - 7	192.168.4.75
		PC - 8	192.168.4.76
		PC - 9	192.168.4.77
		PC - 10	192.168.4.78
		PC - 11	192.168.4.79
		PC - 12	192.168.4.80
		PC - 13	192.168.4.81
		PC - 14	192.168.4.82
		PC - 15	192.168.4.83
		PC - 16	192.168.4.84
		PC - 17	192.168.4.85
		PC - 18	192.168.4.86
		PC - 19	192.168.4.87
		PC - 20	192.168.4.88
		PC - 21	192.168.4.89
		AP - 1	192.168.4.90

	Coordinación de taller de cárnicos	PC - 1		192.168.4.91	
		TELF. IP - 1		192.168.4.92	
	Coordinación de taller de frutas y vegetales	PC - 1		192.168.4.93	
		PC - 2		192.168.4.94	
		TELF. IP - 1		192.168.4.95	
	Coordinación de taller de harinas y balanceado.	PC - 1		192.168.4.96	
		PC - 2		192.168.4.97	
		TELF. IP - 1		192.168.4.98	
	Coordinación de taller de lácteos	PC - 1		192.168.4.99	
		TELF. IP - 1		192.168.4.100	
	Coordinación U.D.I.V	PC - 1		192.168.4.101	
		PC - 2		192.168.4.102	
		TELF. IP - 1		192.168.4.103	
	SIN ASIGNAR	SIN ASIGNAR			192.168.4.104
					192.168.4.105
					192.168.4.106
					192.168.4.107
					192.168.4.108
					192.168.4.109
					192.168.4.110
					192.168.4.111
					192.168.4.112
					192.168.4.113
					192.168.4.114
					192.168.4.115
					192.168.4.116
					192.168.4.117
					192.168.4.118
					192.168.4.119
					192.168.4.120
					192.168.4.121
				BROADCAST	192.168.4.122
EDIFICIOS	OFICINAS O LABORATORIOS	CONEXIÓN	RED	IP	
Vicerrectorado de Bienestar y Extensión, Nivelación y Hotel Higuerón	Cooperativa ESPAM-MFL	PC - 1	192.168.6.0	192.168.6.2	
		PC - 2		192.168.6.3	
		PC - 3		192.168.6.4	
		PC - 4		192.168.6.5	
		PC - 5		192.168.6.6	



		AP - 1	192.168.6.7
		CAM. - 1	192.168.6.8
		CAM. - 2	192.168.6.9
		TELF. IP - 1	192.168.6.10
		TELF. IP - 2	192.168.6.11
	Departamento de Tecnología	PC - 1	192.168.6.12
		PC - 2	192.168.6.13
		PC - 3	192.168.6.14
		AP - 1	192.168.6.15
		CAM. - 1	192.168.6.16
		TELF. IP - 1	192.168.6.17
	Radio Politécnica de Manabí	PC - 1	192.168.6.18
		PC - 2	192.168.6.19
		AP - 1	192.168.6.20
		CAM. - 1	192.168.6.21
		TELF. IP - 1	192.168.6.22
	Departamento de Cultura	PC - 1	192.168.6.23
		PC - 2	192.168.6.24
		AP - 1	192.168.6.25
		CAM. - 1	192.168.6.26
		TELF. IP - 1	192.168.6.27
	Salón de Eventos Manuel Félix López	PC - 1	192.168.6.28
		AP - 1	192.168.6.29
		CAM. - 1	192.168.6.30
	Aulas de Nivelación	PC - 1	192.168.6.31
		PC - 2	192.168.6.32
		PC - 3	192.168.6.33
		PC - 4	192.168.6.34
		PC - 5	192.168.6.35
		PC - 6	192.168.6.36
		PC - 7	192.168.6.37
		PC - 8	192.168.6.38
		PC - 9	192.168.6.39
		CAM. - 1	192.168.6.40
		CAM. - 2	192.168.6.41
		CAM. - 3	192.168.6.42
		CAM. - 4	192.168.6.43
		CAM. - 5	192.168.6.44
		CAM. - 6	192.168.6.45

		CAM. - 7	192.168.6.46
		CAM. - 8	192.168.6.47
		CAM. - 9	192.168.6.48
		AP - 1	192.168.6.49
		AP - 2	192.168.6.50
		AP - 3	192.168.6.51
		AP - 4	192.168.6.52
		AP - 5	192.168.6.53
		AP - 6	192.168.6.54
		AP - 7	192.168.6.55
		AP - 8	192.168.6.56
		AP - 9	192.168.6.57
	Coordinación de Nivelación	PC - 1	192.168.6.58
		PC - 2	192.168.6.59
		CAM. - 1	192.168.6.60
		AP - 1	192.168.6.61
		TELF. IP - 1	192.168.6.62
		TELF. IP - 2	192.168.6.63
	Gerencia y Administración del Hotel	PC - 1	192.168.6.64
		AP - 1	192.168.6.65
		CAM. - 1	192.168.6.66
		TELF. IP - 1	192.168.6.67
	Habitaciones	PC - 1	192.168.6.68
		PC - 2	192.168.6.69
		PC - 3	192.168.6.70
		PC - 4	192.168.6.71
		PC - 5	192.168.6.72
		PC - 6	192.168.6.73
		PC - 7	192.168.6.74
		PC - 8	192.168.6.75
		PC - 9	192.168.6.76
		PC - 10	192.168.6.77
		CAM. - 1	192.168.6.78
		CAM. - 2	192.168.6.79
		CAM. - 3	192.168.6.80
		CAM. - 4	192.168.6.81
		CAM. - 5	192.168.6.82
		AP - 1	192.168.6.83
		AP - 2	192.168.6.84

		AP - 3		192.168.6.85	
		AP - 4		192.168.6.86	
		AP - 5		192.168.6.87	
		Sala de Eventos		CAM. - 1	192.168.6.88
				CAM. - 2	192.168.6.89
	AP - 1			192.168.6.90	
	SIN ASIGNAR	SIN ASIGNAR			192.168.6.91
					192.168.6.92
					192.168.6.93
					192.168.6.94
					192.168.6.95
					192.168.6.96
					192.168.6.97
					192.168.6.98
					192.168.6.99
					192.168.6.100
					192.168.6.101
					192.168.6.102
					192.168.6.103
					192.168.6.104
					192.168.6.105
		192.168.6.106			
		192.168.6.107			
BROADCAST					
EDIFICIOS	OFICINAS O LABORATORIOS	CONEXIÓN	RED	IP	
Carrera de Computación	Auditorio carrera de Informática	PC - 1	192.168.1.0	192.168.1.2	
		AP - 1		192.168.1.3	
		CAM. - 1		192.168.1.4	
	Aulas de semestres de carrera	PC - 1		192.168.1.5	
		PC - 2		192.168.1.6	
		PC - 3		192.168.1.7	
		PC - 4		192.168.1.8	
		PC - 5		192.168.1.9	
		PC - 6		192.168.1.10	
		PC - 7		192.168.1.11	
		PC - 8		192.168.1.12	
		PC - 9		192.168.1.13	
		PC - 10		192.168.1.14	
		PC - 11		192.168.1.15	

		PC - 12	192.168.1.16
		PC - 13	192.168.1.17
		PC - 14	192.168.1.18
		PC - 15	192.168.1.19
		AP - 1	192.168.1.20
		AP - 2	192.168.1.21
		AP - 3	192.168.1.22
		AP - 4	192.168.1.23
		AP - 5	192.168.1.24
		AP - 6	192.168.1.25
		AP - 7	192.168.1.26
		AP - 8	192.168.1.27
		AP - 9	192.168.1.28
		AP - 10	192.168.1.29
		AP - 11	192.168.1.30
		AP - 12	192.168.1.31
		AP - 13	192.168.1.32
		AP - 14	192.168.1.33
		AP - 15	192.168.1.34
		CAM. - 1	192.168.1.35
		CAM. - 2	192.168.1.36
		CAM. - 3	192.168.1.37
		CAM. - 4	192.168.1.38
		CAM. - 5	192.168.1.39
		CAM. - 6	192.168.1.40
		CAM. - 7	192.168.1.41
		CAM. - 8	192.168.1.42
		CAM. - 9	192.168.1.43
		CAM. - 10	192.168.1.44
		CAM. - 11	192.168.1.45
		CAM. - 12	192.168.1.46
		CAM. - 13	192.168.1.47
		CAM. - 14	192.168.1.48
		CAM. - 15	192.168.1.49
	Coordinación de CAAI	PC - 1	192.168.1.50
		PC - 2	192.168.1.51
		PC - 3	192.168.1.52
		TELF. IP - 1	192.168.1.53
		TELF. IP - 2	192.168.1.54

	Cubículo de Profesores	PC - 1	192.168.1.55
		PC - 2	192.168.1.56
		PC - 3	192.168.1.57
		PC - 4	192.168.1.58
		PC - 5	192.168.1.59
		PC - 6	192.168.1.60
		PC - 7	192.168.1.61
		PC - 8	192.168.1.62
		PC - 9	192.168.1.63
		PC - 10	192.168.1.64
		PC - 11	192.168.1.65
		PC - 12	192.168.1.66
		PC - 13	192.168.1.67
		PC - 14	192.168.1.68
		PC - 15	192.168.1.69
		TELF. IP - 1	192.168.1.70
		TELF. IP - 2	192.168.1.71
		TELF. IP - 3	192.168.1.72
		TELF. IP - 4	192.168.1.73
		TELF. IP - 5	192.168.1.74
		TELF. IP - 6	192.168.1.75
		TELF. IP - 7	192.168.1.76
		TELF. IP - 8	192.168.1.77
		TELF. IP - 9	192.168.1.78
		TELF. IP - 10	192.168.1.79
		TELF. IP - 11	192.168.1.80
		TELF. IP - 12	192.168.1.81
		TELF. IP - 13	192.168.1.82
		TELF. IP - 14	192.168.1.83
		TELF. IP - 15	192.168.1.84
	Data Center	PC - 1	192.168.1.85
		PC - 2	192.168.1.86
		PC - 3	192.168.1.87
		PC - 4	192.168.1.88
		CAM. - 1	192.168.1.89
		TELF. IP - 1	192.168.1.90
		TELF. IP - 2	192.168.1.91
	Departamento Técnico de Informática	PC - 1	192.168.1.92
		PC - 2	192.168.1.93

		TELF. IP - 1		192.168.1.94
	Dirección de Carrera de Computación	PC - 1		192.168.1.95
		PC - 2		192.168.1.96
		CAM. - 1		192.168.1.97
		AP - 1		192.168.1.98
		TELF. IP - 1		192.168.1.99
		TELF. IP - 2		192.168.1.100
	Laboratorios CAAI	PC - 1		192.168.1.101
		PC - 2		192.168.1.102
		PC - 3		192.168.1.103
		PC - 4		192.168.1.104
		PC - 5		192.168.1.105
		PC - 6		192.168.1.106
		PC - 7		192.168.1.107
		PC - 8		192.168.1.108
		PC - 9		192.168.1.109
		PC - 10		192.168.1.110
		PC - 11		192.168.1.111
		PC - 12		192.168.1.112
		PC - 13		192.168.1.113
		PC - 14		192.168.1.114
		PC - 15		192.168.1.115
		PC - 16		192.168.1.116
		PC - 17		192.168.1.117
		PC - 18		192.168.1.118
		PC - 19		192.168.1.119
		PC - 20		192.168.1.120
		PC - 21		192.168.1.121
		PC - 22		192.168.1.122
		PC - 23		192.168.1.123
		PC - 24		192.168.1.124
		PC - 25		192.168.1.125
		PC - 26		192.168.1.126
		PC - 27		192.168.1.127
		PC - 28		192.168.1.128
		PC - 29		192.168.1.129
		PC - 30		192.168.1.130
		PC - 31		192.168.1.131
		PC - 32		192.168.1.132

	PC - 33	192.168.1.133
	PC - 34	192.168.1.134
	PC - 35	192.168.1.135
	PC - 36	192.168.1.136
	PC - 37	192.168.1.137
	PC - 38	192.168.1.138
	PC - 39	192.168.1.139
	PC - 40	192.168.1.140
	PC - 41	192.168.1.141
	PC - 42	192.168.1.142
	PC - 43	192.168.1.143
	PC - 44	192.168.1.144
	PC - 45	192.168.1.145
	PC - 46	192.168.1.146
	PC - 47	192.168.1.147
	PC - 48	192.168.1.148
	PC - 49	192.168.1.149
	PC - 50	192.168.1.150
	PC - 51	192.168.1.151
	PC - 52	192.168.1.152
	PC - 53	192.168.1.153
	PC - 54	192.168.1.154
	PC - 55	192.168.1.155
	PC - 56	192.168.1.156
	PC - 57	192.168.1.157
	PC - 58	192.168.1.158
	PC - 59	192.168.1.159
	PC - 60	192.168.1.160
	PC - 61	192.168.1.161
	PC - 62	192.168.1.162
	PC - 63	192.168.1.163
	PC - 64	192.168.1.164
	PC - 65	192.168.1.165
	PC - 66	192.168.1.166
	PC - 67	192.168.1.167
	PC - 68	192.168.1.168
	PC - 69	192.168.1.169
	PC - 70	192.168.1.170
	PC - 71	192.168.1.171

		PC - 72		192.168.1.172	
		PC - 73		192.168.1.173	
		PC - 74		192.168.1.174	
		PC - 75		192.168.1.175	
		PC - 76		192.168.1.176	
		PC - 77		192.168.1.177	
		PC - 78		192.168.1.178	
		PC - 79		192.168.1.179	
		PC - 80		192.168.1.180	
		AP - 1		192.168.1.181	
		AP - 2		192.168.1.182	
		CAM. - 1		192.168.1.183	
		CAM. - 2		192.168.1.184	
		CAM. - 3		192.168.1.185	
		CAM. - 4		192.168.1.186	
		Sala de Profesores		PC - 1	192.168.1.187
				PC - 2	192.168.1.188
				PC - 3	192.168.1.189
	PC - 4			192.168.1.190	
	PC - 5			192.168.1.191	
	PC - 6			192.168.1.192	
	AP - 1			192.168.1.193	
	CAM. - 1			192.168.1.194	
	Unidad de Producción de Software	PC - 1		192.168.1.195	
		PC - 2		192.168.1.196	
		PC - 3		192.168.1.197	
		CAM. - 1		192.168.1.198	
		AP - 1		192.168.1.199	
		TELF. IP - 1		192.168.1.200	
	SIN ASIGNAR	SIN ASIGNAR		192.168.1.201	
				192.168.1.202	
				192.168.1.203	
				192.168.1.204	
				192.168.1.205	
				192.168.1.206	
				192.168.1.207	
				192.168.1.208	
				192.168.1.209	
				192.168.1.210	



				192.168.1.211
				192.168.1.212
				192.168.1.213
				192.168.1.214
				192.168.1.215
				192.168.1.216
				192.168.1.217
				192.168.1.218
				192.168.1.219
				192.168.1.220
				192.168.1.221
				192.168.1.222
				192.168.1.223
				192.168.1.224
				192.168.1.225
				192.168.1.226
				192.168.1.227
				192.168.1.228
				192.168.1.229
				192.168.1.230
				192.168.1.231
				192.168.1.232
				192.168.1.233
				192.168.1.234
				192.168.1.235
				192.168.1.236
				192.168.1.237
				192.168.1.238
				192.168.1.239
		BROADCAST		
<b>EDIFICIOS</b>	<b>OFICINAS O LABORATORIOS</b>	<b>CONEXIÓN</b>	<b>RED</b>	<b>IP</b>
<b>Biblioteca Y Posgrado</b>	Biblioteca	PC - 1	192.168.2.0	192.168.2.2
		PC - 2		192.168.2.3
		PC - 3		192.168.2.4
		PC - 4		192.168.2.5
		PC - 5		192.168.2.6
		PC - 6		192.168.2.7
		PC - 7		192.168.2.8
		PC - 8		192.168.2.9

		PC - 9	192.168.2.10
		PC - 10	192.168.2.11
		PC - 11	192.168.2.12
		PC - 12	192.168.2.13
		PC - 13	192.168.2.14
		PC - 14	192.168.2.15
		PC - 15	192.168.2.16
		PC - 16	192.168.2.17
		PC - 17	192.168.2.18
		PC - 18	192.168.2.19
		PC - 19	192.168.2.20
		PC - 20	192.168.2.21
		AP - 1	192.168.2.22
		CAM. - 1	192.168.2.23
		CAM. - 2	192.168.2.24
		TELF. IP - 1	192.168.2.25
	Coordinación Académica	PC - 1	192.168.2.26
		PC - 2	192.168.2.27
		PC - 3	192.168.2.28
		PC - 4	192.168.2.29
		PC - 5	192.168.2.30
		AP - 1	192.168.2.31
		CAM. - 1	192.168.2.32
		TELF. IP - 1	192.168.2.33
		TELF. IP - 2	192.168.2.34
		TELF. IP - 3	192.168.2.35
	Coordinación de Audiovisuales	PC - 1	192.168.2.36
		PC - 2	192.168.2.37
		PC - 3	192.168.2.38
		TELF. IP - 1	192.168.2.39
	Coordinación de Idiomas	PC - 1	192.168.2.40
		PC - 2	192.168.2.41
		AP - 1	192.168.2.42
		CAM. - 1	192.168.2.43
		TELF. IP - 1	192.168.2.44
		TELF. IP - 2	192.168.2.45
	Coordinación de Investigación	PC - 1	192.168.2.46
		PC - 2	192.168.2.47
		AP - 1	192.168.2.48

		TELF. IP - 1	192.168.2.49
		TELF. IP - 2	192.168.2.50
	Coordinación de Planificación	PC - 1	192.168.2.51
		PC - 2	192.168.2.52
		CAM. - 1	192.168.2.53
		TELF. IP - 1	192.168.2.54
		TELF. IP - 2	192.168.2.55
	Coordinación de Transporte	PC - 1	192.168.2.56
		PC - 2	192.168.2.57
		PC - 3	192.168.2.58
		TELF. IP - 1	192.168.2.59
		TELF. IP - 2	192.168.2.60
	Gestión de Talento Humano	PC - 1	192.168.2.61
		PC - 2	192.168.2.62
		PC - 3	192.168.2.63
		AP - 1	192.168.2.64
		CAM. - 1	192.168.2.65
		TELF. IP - 1	192.168.2.66
		TELF. IP - 2	192.168.2.67
	Secretaría de áreas	PC - 1	192.168.2.68
		PC - 2	192.168.2.69
		CAM. - 1	192.168.2.70
		TELF. IP - 1	192.168.2.71
	Aulas de Posgrado	PC - 1	192.168.2.72
		PC - 2	192.168.2.73
		PC - 3	192.168.2.74
		PC - 4	192.168.2.75
		PC - 5	192.168.2.76
		PC - 6	192.168.2.77
		PC - 7	192.168.2.78
		PC - 8	192.168.2.79
		PC - 9	192.168.2.80
		PC - 10	192.168.2.81
		PC - 11	192.168.2.82
		PC - 12	192.168.2.83
		PC - 13	192.168.2.84
		PC - 14	192.168.2.85
		PC - 15	192.168.2.86
		PC - 16	192.168.2.87

		PC - 17	192.168.2.88
		PC - 18	192.168.2.89
		PC - 19	192.168.2.90
		PC - 20	192.168.2.91
		PC - 21	192.168.2.92
		PC - 22	192.168.2.93
		PC - 23	192.168.2.94
		PC - 24	192.168.2.95
		PC - 25	192.168.2.96
		PC - 26	192.168.2.97
		PC - 27	192.168.2.98
		PC - 28	192.168.2.99
		PC - 29	192.168.2.100
		PC - 30	192.168.2.101
		PC - 31	192.168.2.102
		PC - 32	192.168.2.103
		PC - 33	192.168.2.104
		PC - 34	192.168.2.105
		PC - 35	192.168.2.106
		PC - 36	192.168.2.107
		PC - 37	192.168.2.108
		PC - 38	192.168.2.109
		PC - 39	192.168.2.110
		PC - 40	192.168.2.111
		PC - 41	192.168.2.112
		PC - 42	192.168.2.113
		PC - 43	192.168.2.114
		PC - 44	192.168.2.115
		PC - 45	192.168.2.116
		PC - 46	192.168.2.117
		PC - 47	192.168.2.118
		PC - 48	192.168.2.119
		PC - 49	192.168.2.120
		PC - 50	192.168.2.121
		PC - 51	192.168.2.122
		PC - 52	192.168.2.123
		PC - 53	192.168.2.124
		PC - 54	192.168.2.125
		PC - 55	192.168.2.126

		PC - 56	192.168.2.127
		PC - 57	192.168.2.128
		PC - 58	192.168.2.129
		PC - 59	192.168.2.130
		PC - 60	192.168.2.131
		AP - 1	192.168.2.132
		AP - 2	192.168.2.133
		AP - 3	192.168.2.134
		AP - 4	192.168.2.135
		AP - 5	192.168.2.136
		CAM. - 1	192.168.2.137
		CAM. - 2	192.168.2.138
		CAM. - 3	192.168.2.139
		CAM. - 4	192.168.2.140
		CAM. - 5	192.168.2.141
	Coordinación de Posgrado	PC - 1	192.168.2.142
		PC - 2	192.168.2.143
		PC - 3	192.168.2.144
		TELF. IP - 1	192.168.2.145
		TELF. IP - 2	192.168.2.146
	Laboratorios CAAI	PC - 1	192.168.2.147
		PC - 2	192.168.2.148
		PC - 3	192.168.2.149
		AP - 1	192.168.2.150
		AP - 2	192.168.2.151
		AP - 3	192.168.2.152
		CAM. - 1	192.168.2.153
		CAM. - 2	192.168.2.154
	SIN ASIGNAR	CAM. - 3	192.168.2.155
			192.168.2.156
			192.168.2.157
			192.168.2.158
			192.168.2.159
			192.168.2.160
			192.168.2.161
			192.168.2.162
			192.168.2.163
			192.168.2.164
			192.168.2.165

				192.168.2.166
				192.168.2.167
				192.168.2.168
				192.168.2.169
				192.168.2.170
				192.168.2.171
				192.168.2.172
				192.168.2.173
				192.168.2.174
				192.168.2.175
				192.168.2.176
				192.168.2.177
				192.168.2.178
				192.168.2.179
				192.168.2.180
				192.168.2.181
				192.168.2.182
				192.168.2.183
				192.168.2.184
		BROADCAST		192.168.2.185
EDIFICIOS	OFICINAS O LABORATORIOS	CONEXIÓN	RED	IP
Carrera de Ingeniería Agrícola	Aulas de la carrera de Agrícola y Adm. de Empresas	PC - 1	192.168.7.0	192.168.7.2
		PC - 2		192.168.7.3
		PC - 3		192.168.7.4
		PC - 4		192.168.7.5
		PC - 5		192.168.7.6
		PC - 6		192.168.7.7
		PC - 7		192.168.7.8
		PC - 8		192.168.7.9
		PC - 9		192.168.7.10
		PC - 10		192.168.7.11
		AP - 1		192.168.7.12
		AP - 2		192.168.7.13
		AP - 3		192.168.7.14
		AP - 4		192.168.7.15
		AP - 5		192.168.7.16
		AP - 6		192.168.7.17
		AP - 7		192.168.7.18

		AP - 8	192.168.7.19
		AP - 9	192.168.7.20
		AP - 10	192.168.7.21
		CAM. - 1	192.168.7.22
		CAM. - 2	192.168.7.23
		CAM. - 3	192.168.7.24
		CAM. - 4	192.168.7.25
		CAM. - 5	192.168.7.26
		CAM. - 6	192.168.7.27
		CAM. - 7	192.168.7.28
		CAM. - 8	192.168.7.29
		CAM. - 9	192.168.7.30
		CAM. - 10	192.168.7.31
	Cubículos para docentes	PC - 1	192.168.7.32
		PC - 2	192.168.7.33
		PC - 3	192.168.7.34
		PC - 4	192.168.7.35
		PC - 5	192.168.7.36
		PC - 6	192.168.7.37
		PC - 7	192.168.7.38
		PC - 8	192.168.7.39
		PC - 9	192.168.7.40
		PC - 10	192.168.7.41
		PC - 11	192.168.7.42
		PC - 12	192.168.7.43
		TELF. IP - 1	192.168.7.44
		TELF. IP - 2	192.168.7.45
		TELF. IP - 3	192.168.7.46
		TELF. IP - 4	192.168.7.47
		TELF. IP - 5	192.168.7.48
		TELF. IP - 6	192.168.7.49
		TELF. IP - 7	192.168.7.50
		TELF. IP - 8	192.168.7.51
		TELF. IP - 9	192.168.7.52
		TELF. IP - 10	192.168.7.53
		TELF. IP - 11	192.168.7.54
		TELF. IP - 12	192.168.7.55
	Departamento Técnico de Informática	PC - 1	192.168.7.56
		PC - 2	192.168.7.57

		TELF. IP - 1		192.168.7.58	
	Dirección de carrera de Ingeniería Agrícola	PC - 1		192.168.7.59	
		PC - 2		192.168.7.60	
		CAM. - 1		192.168.7.61	
		TELF. IP - 1		192.168.7.62	
		TELF. IP - 2		192.168.7.63	
		Dirección de la carrera de Adm. de Empresas		PC - 1	192.168.7.64
	PC - 2			192.168.7.65	
	CAM. - 1			192.168.7.66	
	TELF. IP - 1			192.168.7.67	
	TELF. IP - 2			192.168.7.68	
	Rectorado Campus			PC - 1	192.168.7.69
		PC - 2		192.168.7.70	
		AP - 1		192.168.7.71	
		CAM. - 1		192.168.7.72	
		TELF. IP - 1		192.168.7.73	
		TELF. IP - 2		192.168.7.74	
	SIN ASIGNAR	SIN ASIGNAR			192.168.7.75
				192.168.7.76	
				192.168.7.77	
				192.168.7.78	
				192.168.7.79	
				192.168.7.80	
				192.168.7.81	
				192.168.7.82	
				192.168.7.83	
192.168.7.84					
192.168.7.85					
192.168.7.86					
192.168.7.87					
BROADCAST			192.168.7.88		
EDIFICIOS	OFICINAS O LABORATORIOS	CONEXIÓN	RED	IP	
Medicina Veterinaria	Aulas de pecuaria y administración pública	PC - 1	192.168.5.0	192.168.5.2	
		PC - 2		192.168.5.3	
		PC - 3		192.168.5.4	
		PC - 4		192.168.5.5	
		PC - 5		192.168.5.6	
		PC - 6		192.168.5.7	



		PC - 7	192.168.5.8
		PC - 8	192.168.5.9
		PC - 9	192.168.5.10
		PC - 10	192.168.5.11
		AP - 1	192.168.5.12
		AP - 2	192.168.5.13
		AP - 3	192.168.5.14
		AP - 4	192.168.5.15
		AP - 5	192.168.5.16
		AP - 6	192.168.5.17
		AP - 7	192.168.5.18
		AP - 8	192.168.5.19
		AP - 9	192.168.5.20
		AP - 10	192.168.5.21
		CAM. - 1	192.168.5.22
		CAM. - 2	192.168.5.23
		CAM. - 3	192.168.5.24
		CAM. - 4	192.168.5.25
		CAM. - 5	192.168.5.26
		CAM. - 6	192.168.5.27
		CAM. - 7	192.168.5.28
		CAM. - 8	192.168.5.29
		CAM. - 9	192.168.5.30
		CAM. - 10	192.168.5.31
	Clínica veterinaria	PC - 1	192.168.5.32
		TELF. IP - 1	192.168.5.33
	Cubículos para docentes	PC - 1	192.168.5.34
		PC - 2	192.168.5.35
		PC - 3	192.168.5.36
		PC - 4	192.168.5.37
		PC - 5	192.168.5.38
		PC - 6	192.168.5.39
		PC - 7	192.168.5.40
		PC - 8	192.168.5.41
		PC - 9	192.168.5.42
		PC - 10	192.168.5.43
		PC - 11	192.168.5.44
		PC - 12	192.168.5.45
		TELF. IP - 1	192.168.5.46

		TELF. IP - 2	192.168.5.47
		TELF. IP - 3	192.168.5.48
		TELF. IP - 4	192.168.5.49
		TELF. IP - 5	192.168.5.50
		TELF. IP - 6	192.168.5.51
		TELF. IP - 7	192.168.5.52
		TELF. IP - 8	192.168.5.53
		TELF. IP - 9	192.168.5.54
		TELF. IP - 10	192.168.5.55
		TELF. IP - 11	192.168.5.56
		TELF. IP - 12	192.168.5.57
	Dirección de la carrera de Administración Pública	PC - 1	192.168.5.58
		PC - 2	192.168.5.59
		CAM. - 1	192.168.5.60
		TELF. IP - 1	192.168.5.61
		TELF. IP - 2	192.168.5.62
	Dirección de la carrera de Medicina Veterinaria	PC - 1	192.168.5.63
		PC - 2	192.168.5.64
		AP - 1	192.168.5.65
		TELF. IP - 1	192.168.5.66
		TELF. IP - 2	192.168.5.67
	Hato bovino	PC - 1	192.168.5.68
		CAM. - 1	192.168.5.69
		TELF. IP - 1	192.168.5.70
	Hato porcino	PC - 1	192.168.5.71
		CAM. - 1	192.168.5.72
		TELF. IP - 1	192.168.5.73
	Incubadora	PC - 1	192.168.5.74
		TELF. IP - 1	192.168.5.75
	Laboratorio de biología molecular	PC - 1	192.168.5.76
		CAM. - 1	192.168.5.77
		TELF. IP - 1	192.168.5.78
	Laboratorio de biotecnología	PC - 1	192.168.5.79
		AP - 1	192.168.5.80
		CAM. - 1	192.168.5.81
		TELF. IP - 1	192.168.5.82
	Laboratorio de química	PC - 1	192.168.5.83
		AP - 1	192.168.5.84
		CAM. - 1	192.168.5.85

		TELF. IP - 1		192.168.5.86
	Laboratorio de suelos	PC - 1		192.168.5.87
		CAM. - 1		192.168.5.88
		TELF. IP - 1		192.168.5.89
	Laboratorio microbiología	PC - 1		192.168.5.90
		CAM. - 1		192.168.5.91
		TELF. IP - 1		192.168.5.92
	SIN ASIGNAR	SIN ASIGNAR		192.168.5.93
				192.168.5.94
				192.168.5.95
				192.168.5.96
				192.168.5.97
				192.168.5.98
				192.168.5.99
				192.168.5.100
				192.168.5.101
				192.168.5.102
				192.168.5.103
				192.168.5.104
				192.168.5.105
				192.168.5.106
				192.168.5.107
				192.168.5.108
				BROADCAST

## 7.7 ANEXO 7: Detalle de las Extensiones y Prefijos de la Telefonía IP.

**Tabla 24:** Prefijo y Extinciones de Teléfonos IP

**Fuente:** Autor

RED	OFICINAS O LABORATORIOS	CONEXIÓN	IP	PREFIJO	EXT.
<b>AMBIENTAL (192.168.3.0)</b>	Coordinación administrativa	TELF. IP - 1	192.168.3.52	<b>3XXX</b>	001
		TELF. IP - 2	192.168.3.53		002
		TELF. IP - 3	192.168.3.54		003
		TELF. IP - 4	192.168.3.55		004
		TELF. IP - 5	192.168.3.56		005
		TELF. IP - 6	192.168.3.57		006
	Coordinación de Evaluación	TELF. IP - 1	192.168.3.63		007
		TELF. IP - 2	192.168.3.64		008
	Cubículos para docentes.	TELF. IP - 1	192.168.3.77		009
		TELF. IP - 2	192.168.3.78		010

		TELF. IP - 3	192.168.3.79	4XXX	011
		TELF. IP - 4	192.168.3.80		012
		TELF. IP - 5	192.168.3.81		013
		TELF. IP - 6	192.168.3.82		014
		TELF. IP - 7	192.168.3.83		015
		TELF. IP - 8	192.168.3.84		016
		TELF. IP - 9	192.168.3.85		017
		TELF. IP - 10	192.168.3.86		018
		TELF. IP - 11	192.168.3.87		019
		TELF. IP - 12	192.168.3.88		020
	Dirección de Carrera de Agroindustria	TELF. IP - 1	192.168.3.91		021
		TELF. IP - 2	192.168.3.92		022
	Dirección de Carrera de Ingeniería Ambiental	TELF. IP - 1	192.168.3.95		023
		TELF. IP - 2	192.168.3.96		024
	Dirección de Carrera de Turismo	TELF. IP - 1	192.168.3.99		025
		TELF. IP - 2	192.168.3.100		026
	Secretaría de Vicerrectorado	TELF. IP - 1	192.168.3.102		027
	Vicerrectorado académico	TELF. IP - 1	192.168.3.105		028
<b>AGROINDUSTRIA (192.168.4.0)</b>	Cubículos para docentes	TELF. IP - 1	192.168.4.44		001
		TELF. IP - 2	192.168.4.45		002
		TELF. IP - 3	192.168.4.46		003
		TELF. IP - 4	192.168.4.47		004
		TELF. IP - 5	192.168.4.48		005
		TELF. IP - 6	192.168.4.49		006
		TELF. IP - 7	192.168.4.50		007
		TELF. IP - 8	192.168.4.51		008
		TELF. IP - 9	192.168.4.52		009
		TELF. IP - 10	192.168.4.53		010
		TELF. IP - 11	192.168.4.54		011
		TELF. IP - 12	192.168.4.55		012
	Laboratorio de Bromatología y Química Ambiental	TELF. IP - 1	192.168.4.60		013
	Laboratorio de Microbiología	TELF. IP - 1	192.168.4.65		014
	Laboratorio de Química General	TELF. IP - 1	192.168.4.68		015
	Coordinación de	TELF. IP - 1	192.168.4.92		016

	taller de cárnicos				
	Coordinación de taller de frutas y vegetales	TELF. IP - 1	192.168.4.95		017
	Coordinación de taller de harinas y balanceado	TELF. IP - 1	192.168.4.98		018
	Coordinación de taller de lácteos	TELF. IP - 1	192.168.4.100		019
	Coordinación U.D.I.V	TELF. IP - 1	192.168.4.103		020
<b>BIENESTAR (192.168.6.0)</b>	Cooperativa ESPAM-MFL	TELF. IP - 1	192.168.6.10	<b>6XXX</b>	001
		TELF. IP - 2	192.168.6.11		002
	Departamento de Tecnología	TELF. IP - 1	192.168.6.17		003
	Radio Politécnica de Manabí	TELF. IP - 1	192.168.6.22		004
	Departamento de Cultura	TELF. IP - 1	192.168.6.27		005
	Coordinación de Nivelación	TELF. IP - 1	192.168.6.62		006
		TELF. IP - 2	192.168.6.63		007
	Gerencia y Administración del Hotel	TELF. IP - 1	192.168.6.67		008
<b>COMPUTACIÓN (192.168.1.0)</b>	Coordinación de CAAI	TELF. IP - 1	192.168.1.53	<b>1XXX</b>	001
		TELF. IP - 2	192.168.1.54		002
	Cubículo de Profesores	TELF. IP - 1	192.168.1.70		003
		TELF. IP - 2	192.168.1.71		004
		TELF. IP - 3	192.168.1.72		005
		TELF. IP - 4	192.168.1.73		006
		TELF. IP - 5	192.168.1.74		007
		TELF. IP - 6	192.168.1.75		008
		TELF. IP - 7	192.168.1.76		009
		TELF. IP - 8	192.168.1.77		010
		TELF. IP - 9	192.168.1.78		011
		TELF. IP - 10	192.168.1.79		012
		TELF. IP - 11	192.168.1.80		013
		TELF. IP - 12	192.168.1.81		014
		TELF. IP - 13	192.168.1.82		015
		TELF. IP - 14	192.168.1.83		016
		TELF. IP - 15	192.168.1.84		017
	Data Center	TELF. IP - 1	192.168.1.90		018
		TELF. IP - 2	192.168.1.91		019
	Departamento Técnico de	TELF. IP - 1	192.168.1.94		020







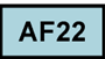

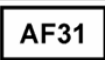
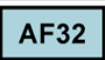


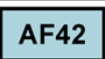


	Informática				
	Dirección de Carrera de Computación	TELF. IP - 1	192.168.1.99		021
		TELF. IP - 2	192.168.1.100		022
	Unidad de Producción de Software	TELF. IP - 1	192.168.1.200		023
<b>Biblioteca Y Posgrado (192.168.2.0)</b>	Biblioteca	TELF. IP - 1	192.168.2.25	<b>2XXX</b>	001
	Coordinación Académica	TELF. IP - 1	192.168.2.33		002
		TELF. IP - 2	192.168.2.34		003
		TELF. IP - 3	192.168.2.35		004
	Coordinación de Audiovisuales	TELF. IP - 1	192.168.2.39		005
	Coordinación de Idiomas	TELF. IP - 1	192.168.2.44		006
		TELF. IP - 2	192.168.2.45		007
	Coordinación de Investigación	TELF. IP - 1	192.168.2.49		008
		TELF. IP - 2	192.168.2.50		009
	Coordinación de Planificación	TELF. IP - 1	192.168.2.54		010
		TELF. IP - 2	192.168.2.55		011
	Coordinación de Transporte	TELF. IP - 1	192.168.2.59		012
		TELF. IP - 2	192.168.2.60		013
	Gestión de Talento Humano	TELF. IP - 1	192.168.2.66		014
		TELF. IP - 2	192.168.2.67		015
	Secretaría de áreas	TELF. IP - 1	192.168.2.71		016
	Coordinación de Posgrado	TELF. IP - 1	192.168.2.145		017
		TELF. IP - 2	192.168.2.146		018
<b>AGRÍCOLA (192.168.7.0)</b>	Cubículos para docentes	TELF. IP - 1	192.168.7.44	<b>7XXX</b>	001
		TELF. IP - 2	192.168.7.45		002
		TELF. IP - 3	192.168.7.46		003
		TELF. IP - 4	192.168.7.47		004
		TELF. IP - 5	192.168.7.48		005
		TELF. IP - 6	192.168.7.49		006
		TELF. IP - 7	192.168.7.50		007
		TELF. IP - 8	192.168.7.51		008
		TELF. IP - 9	192.168.7.52		009
		TELF. IP - 10	192.168.7.53		010
		TELF. IP - 11	192.168.7.54		011
		TELF. IP - 12	192.168.7.55		012
	Departamento Técnico de Informática	TELF. IP - 1	192.168.7.58		013
	Dirección de	TELF. IP - 1	192.168.7.62		014

	carrera de Ingeniería Agrícola	TELF. IP - 2	192.168.7.63		015
	Dirección de la carrera de Adm. de Empresas	TELF. IP - 1	192.168.7.67		016
		TELF. IP - 2	192.168.7.68		017
	Rectorado Campus	TELF. IP - 1	192.168.7.73		018
		TELF. IP - 2	192.168.7.74		019
<b>VETERINARIA (192.168.5.0)</b>	Clínica veterinaria	TELF. IP - 1	192.168.5.33	<b>5XXX</b>	001
	Cubículos para docentes	TELF. IP - 1	192.168.5.46		002
		TELF. IP - 2	192.168.5.47		003
		TELF. IP - 3	192.168.5.48		004
		TELF. IP - 4	192.168.5.49		005
		TELF. IP - 5	192.168.5.50		006
		TELF. IP - 6	192.168.5.51		007
		TELF. IP - 7	192.168.5.52		008
		TELF. IP - 8	192.168.5.53		009
		TELF. IP - 9	192.168.5.54		010
		TELF. IP - 10	192.168.5.55		011
		TELF. IP - 11	192.168.5.56		012
		TELF. IP - 12	192.168.5.57		013
	Dirección de la carrera de Administración Pública	TELF. IP - 1	192.168.5.61		014
		TELF. IP - 2	192.168.5.62		015
	Vicerrectorado académico	TELF. IP - 1	192.168.5.66		016
		TELF. IP - 2	192.168.5.67		017
	Hato bovino	TELF. IP - 1	192.168.5.70		018
	Hato porcino	TELF. IP - 1	192.168.5.73		019
	Incubadora	TELF. IP - 1	192.168.5.75		020
	Laboratorio de biología molecular	TELF. IP - 1	192.168.5.78		021
	Laboratorio de biotecnología	TELF. IP - 1	192.168.5.82		022
	Laboratorio de química	TELF. IP - 1	192.168.5.86		023
	Laboratorio de suelos	TELF. IP - 1	192.168.5.89		024
	Laboratorio microbiología	TELF. IP - 1	192.168.5.92		025

## 7.8 ANEXO 8: Tipos de encolamiento utilizados en Modelos DifServ.

**Figura 33:** Encolamiento utilizados en Modelos DifServ.

**Fuente:** (Chafila, Clasificacion y Marcaje, 2014)

PHB		DSCP			Maps to IP Precedence
Default (Best Effort)		0	000000		0
Scavenger (Less-than-Best-Effort)		8	001000		1
<b>Assured Forwarding</b>		Low Drop Pref.	Med Drop Pref.	High Drop Pref.	
Class 1				10 001010 12 001100 14 001110	1
Class 2				18 010010 20 010100 22 010110	2
Class 3				26 011010 28 011100 30 011110	3
Class 4				34 100010 36 100100 38 100110	4
<b>Expedited Forwarding</b>				46 101110	5

## 7.9 ANEXO 9: Especificaciones del Router Cisco MWR 2941-DC

**Tabla 25:** Características del Router Cisco MWR 2941-DC

**Fuente:** (Cisco, 2015)

DESCRIPTION	SPECIFICATION
Processor types	Cisco IOS Software host processor, network processor, clocking and synchronization complex, integrated Layer 2 switch
Flash memory (compact flash memory)	External: 128 MB
System memory	512 MB (DRAM default)
Integrated HWIC slots	2
Onboard T1/E1 ports	16
Onboard Ethernet ports	4 100/1000 RJ-45 Gigabit Ethernet ports 2 1000 SFP Gigabit Ethernet ports
Console and auxiliary port	1 (up to 115.2 Kbps)
External timing interfaces	BITS input port, 10-MHz input/output, 1 PPS input/output, Time-of-Day(ToD) interface port, and Synchronous Ethernet (SyncE)
Power	DC only
Dimensions (H x W x D)	1.72 x 17.5 x 12.5 in. (4.37 x 44.45 x 31.75 cm)
Weight (without network modules or WICs)	12 lb (5.44 kg)
Rack mounting	19 in. (48.26 cm)
Standard components	Front-to-back airflow 1-RU-high chassis Front-panel access cabling and LED indicators